TẠ DUY LIÊM

MÁY CÔNG CỤ CNC

NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ BẢN VỀ CẤU TRÚC - CHỨC NĂNG - VẬN HÀNH - LẬP TRÌNH KHAI THÁC NHÓM MÁY PHAY VÀ TIỆN CNC

Giáo trình cho các trường đại học

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 1999

LỜI TỰA

Cùng bạn đọc

Trong những năm gần đây, cùng với quá trình đổi mới nội dung và phương pháp giảng dạy trong các trường đại học, cao đẳng chuyên nghiệp và dạy nghề, việc chuyển giao công nghệ trên lĩnh vực máy công cụ và thiết bị điều khiển theo chương trình số CNC cho các xí nghiệp công nghiệp dân sự và quốc phòng ngày một phát triển. Theo đó, một vấn đề bức xúc đặt ra là việc biên soạn và xuất bản các tài liệu chuyên môn trên lĩnh vực điều khiển số dành cho cán bộ giảng dạy cũng như học viên; dành cho các nhà nghiên cứu, quản lý cũng như cho công nhân kỹ thuật cao trực tiếp khai thác và vận hành các thế hệ máy móc của công nghệ cao (High tech.).

Để kịp thời phục vụ bạn đọc, bộ môn Thiết kế và Tự động hóa Máy công cụ - khoa Cơ khí - Trường Đại học Bách khoa Hà Nội đã và sẽ biên soạn một bộ tài liệu đa dạng trên lĩnh vực máy công cụ và thiết bị điều khiển CNC. Từ những năm đầu của thập niên 90, chúng tôi đã lần lượt cho xuất bản các tài liệu sau:

Máy điều khiển theo chương trình số và robot công nghiệp. Tập 1 (*Máy điều khiển theo chương trình số*), in lần thứ nhất 1991, in lần thứ hai 1996. Tập 2 (*Trung tâm gia công điều khiển CNC, hệ thống máy tự động linh hoạt robot hóa, phân tích và thiết kế robot công nghiệp*), in lần thứ nhất 1992, in lần thứ hai 1997.

Các bài giảng: **Hệ điều khiển số cho máy công cụ** (Chức năng - Lập trình - Vận hành) - in lần thứ nhất 1997.

Tài liệu nghiên cứu : **Công nghệ chế tạo điều khiển bằng ghép mạng các máy tính** (*Computerized Integrated Manufacturing - CIM*) - in lần thứ nhất 1995.

Nay chúng tôi xin cho ra mắt bạn đọc cuốn sách "**Máy công cụ CNC - Những vấn đề cơ bản về Cấu trúc - Chức năng - Vận hành - Lập trình khai thác: Nhóm máy phay và tiện CNC**". Đây là tập sách trước hết dành cho công nhân kỹ thuật cao và giáo viên dạy nghề, nhưng đồng thời cũng là tài liệu tham khảo bổ ích để giảng dạy lý thuyết cũng như thực tập ở các trường đại học kỹ thuật, sư phạm kỹ thuật và cao đẳng chuyên nghiệp.

Chúng tôi chủ tâm chọn một mẫu máy điều khiển CNC điển hình cho các nhóm công nghệ cắt gọt cơ bản là phay và tiện để trình bày cụ thể những vấn đề quan trọng nhất, thiết thực nhất khi tiếp cận tìm hiểu và vận hành khai thác các nhóm máy này. Theo đó, mỗi cơ sở khi tiếp thu chuyển giao công nghệ, dù được trang bị bất cứ máy thuộc hãng sản xuất nào, cũng có thể tập trung vào những khía cạnh căn bản trong lý lịch kỹ thuật của chúng như dàn ý mà sách đã chọn lọc.

Để khắc phục điều kiện trang thiết bị còn rất hạn chế của đa số các cơ sở giảng dạy và đào tạo, chúng tôi đã cố gắng đưa ra nhiều bài tập thực hành để sau khi lập trình và ghi vào đĩa từ, các nội dung thể nghiệm của học viên sẽ được dịp đánh giá thực tế, nếu cơ sở đào tạo có quan hệ cộng tác với các nơi có điều kiện trang bị đầy đủ hơn.

Tác giả xin chân thành cám ơn các bạn bè, đồng nghiệp đã đóng góp những ý kiến bổ ích và cám ơn sự giúp đỡ của các cán bộ phụ trách xuất bản đã nhiệt thành giúp đỡ để cuốn sách sớm được đến tay bạn đọc. Về những thiếu sót khó lường được hết, tác giả xin bạn đọc thể tất và sẵn sàng lĩnh hội những chỉ giáo quý báu của các bạn.

Tạ Duy Liêm

MỤC LỤC

Trang

Lời tựa

Phần thứ nhất: **Máy phay điều khiển theo chương trình số** 9

1.1. Lịch sử phát triển 9

1.2. Đặc điểm cấu trúc của các máy công cụ điều khiển CNC 11

1.2.1. Các đặc điểm kết cấu của các máy công cụ điều khiển CNC so với máy công cụ thông thường 11

1.2.2. Đặc điểm của các động cơ truyền dẫn 14

1.2.3. Giới thiệu bảng điều khiển của máy phay CNC 16

1.3. Lập trình cho máy công cụ CNC 18

1.3.1. Tốc độ chạy dao F 19

1.3.2. Số vòng quay trục chính S 19

1.3.3. Chương trình gia công 20

1.3.3.1. Câu lệnh 20

1.3.3.2. Từ lệnh 21

1.3.4. Cấu trúc một chương trình 23

1.4. Hệ tọa độ máy 24

1.4.1. Hệ tọa độ vuông góc 24

1.4.1.1. Dùng tọa độ Đề các 26

1.4.1.2. Dùng tọa độ cực 27

1.4.2. Những điểm chuẩn quan trọng trong một hệ tọa độ 28

1.4.3. Chuẩn hóa lại các bản vẽ 28

1.5. Ý nghĩa của việc sử dụng các máy CNC đối với xí nghiệp công nghiệp 29

1.5.1. Ưu điểm cơ bản 29

1.5.2. Các ưu điểm khác 30

1.5.3. Nhược điểm 30

1.5.4. Các yêu cầu đặt ra 31
1.6. Điều khiển đường dịch chuyển trên máy CNC 31
1.6.1. Tổng quan các hệ thống đo có ứng dụng phổ biến nhất 31
1.6.2. Nhiệm vụ của các hệ thống đo đường dịch chuyển 32
1.6.3. Các dạng hệ thống đo đường dịch chuyển 33
1.7. Các dạng điều khiển 36
1.7.1. Điều khiển điểm 36
1.7.2. Điều khiển đoạn, đường thẳng 37
1.7.3. Điều khiển biên dạng cong (điều khiển phi tuyến) 38
1.8. Xử lý thông tin 38
1.8.1. Vật mang tin cơ học - Băng đục lỗ 39
1.8.2. Vật mang tin từ hóa - Băng từ (casset) 39
1.8.3. Vật mang tin từ hóa - Đĩa từ 39
1.9. Vận hành theo hệ DNC 40
1.10. Hiệu chỉnh biên dạng - Lệnh G41/G42 41
1.10.1. Gọi lệnh hiệu chỉnh biên dạng 43
1.10.2. Đặc tính chạy trên biên dạng G60 / G61 / G64 45
1.10.3. Tối ưu hóa chạy dao M60 / M61 / M62 46
1.10.4. Xóa lệnh hiệu chỉnh biên dạng 48
1.11. Nội suy vòng G02 và G03 trong hệ tọa độ Đề các 51
1.12. Các yếu tố chuyển tiếp G7 / G8 55

Phụ chương 59

1. Các chức năng "G" - Điều kiện đường dịch chuyển 59
2. Các chức năng "M" - Chức năng đóng mạch và các chức năng phụ 61
3. Các địa chỉ 62
4. Một vài bài tập và đáp án 64

Phần thứ hai: **Máy tiện điều khiển theo chương trình số** 71

2.1. Những đặc điểm cơ bản 71
2.1.1. Giới thiệu bảng điều khiển của máy tiện CNC hệ thống TRAUB SYSTEM TX8 71
2.1.2. Các câu lệnh của một chương trình tiện điển hình 73
2.1.3. Các điều kiện đường dịch chuyển 74
2.1.4. Các chức năng đóng / ngắt và các chức năng phụ 75
2.1.5. Đặc điểm phân biệt các máy tiện CNC 76
2.2. Mô tả hình học của các biên dạng chi tiết 78
2.2.1. Hệ tọa độ máy 78
2.2.2. Các câu lệnh trong chương trình 82
2.2.2.1. Lệnh G01 - Chạy dao cắt theo đường thẳng 83
2.2.2.2. Các lệnh G02 / G03 : Nội suy vòng 91
a. Lập trình trực tiếp bằng số đo bán kính 93
b. Lập trình với tọa độ tâm cung tròn 94
2.2.3. Các vấn đề điều chỉnh máy và dao 97
2.2.3.1. Các điểm chuẩn trên một máy tiện CNC 97
2.2.3.2. Dịch chuyển điểm 0 - Các lệnh G54, G55, G56, G57 và G59 100
2.2.3.3. Gọi dao và đổi dao 104
2.2.3.4. Thực hiện phần bù bán kính đầu dao G46 106
2.2.4 Một số bước nguyên công điển hình 115
2.2.4.1. Tiện thô với các lệnh G71, G72 và G73 115
2.2.4.2. Chu kỳ tiện ren 126

Tài liệu tham khảo 132

Phần thứ nhất

MÁY PHAY ĐIỀU KHIỂN THEO CHƯƠNG TRÌNH SỐ

1.1. Lịch sử phát triển

Ý tưởng điều khiển một dụng cụ thông qua một chuỗi lệnh kế tiếp liên tục, mà chúng được ứng dụng trong các máy điều khiển NC ngày nay, thực ra đã được phát kiến từ thế kỷ 14, bắt đầu từ những cụm chuông được điều khiển bởi các trục đục lỗ.

Năm 1808, Joseph M. Jacquard dùng những tấm tôn đục lỗ điều khiển tự động các máy dệt. Những "vật mang tin thay đổi được" đã ra đời.

Năm 1863, M. Fourneaux đăng ký bằng phát minh "đàn dương cầm tự động," nổi tiếng thế giới với tên gọi Pianola , trong đó dùng một băng giấy có chiều rộng khoảng 30 cm đục các lỗ theo vị trí tương thích để điều khiển luồng khí nén tác động vào các phím bấm cơ khí. Băng giấy đục lỗ dùng làm vật mang tin đã được phát kiến.

Năm 1938, Claud E. Shannon trong khi làm luận án tiến sĩ tại M.I.T. (Massachusetts Institute of Technology) đã đi tới kết luận việc tính toán và truyền tải nhanh dữ liệu có thể duy nhất thực hiện được nhờ dạng mã nhị phân. Cơ sở khoa học cho các máy tính hiện nay, kể cả các hệ điều khiển số đã được hoàn thiện.

Năm 1946, Dr. John W. Mauchly và Dr. J.Presper Eckert đưa ra các máy tính số điện tử đầu tiên "ENIAC" cho quân đội Mỹ. Cơ sở của xử lý số bằng điện tử đã có được ứng dụng.

Trong những năm 1949-1952, John Parsons và M.I.T. đã thiết kế theo hợp đồng của Không lực Hoa Kỳ "một hệ thống điều khiển

dành cho máy công cụ, để điều khiển trực tiếp vị trí của các trục thông qua dữ liệu đầu ra của một máy tính, làm bằng chứng cho chức năng "gia công một chi tiết". Parsons đã đưa ra 4 tiên đề cơ bản cho ý tưởng này:

1. Những vị trí được tính ra trên một biên dạng được ghi nhớ vào các đục lỗ;

2. Các đục lỗ được đọc ở trên máy một cách tự động;

3. Những vị trí đã đọc ra được liên tục chuyển đi và bổ sung thêm tính toán cho các giá trị trung gian nội tại sao cho:

4. Các động cơ servo (vô cấp tốc độ) có thể điều khiển được chuyển động của các trục.

Với một máy như vậy cần phải chế tạo được các phần tử tích phân phức tạp hơn cho công nghiệp chế tạo máy bay. Những chi tiết đó vào thời kỳ này đã được miêu tả chính xác với một số ít các dữ liệu toán học, nhưng việc chế tạo chúng bằng tay rất khó khăn.

Việc nối ghép máy tính và hệ NC đã được nhìn nhận ngay từ buổi đầu của quá trình phát triển.

Năm 1952, tại M.I.T. đã cung cấp chiếc máy phay điều khiển số đầu tiên mang tên "Cincinnati Hydrotel" có trục thẳng đứng. Tủ điều khiển lắp các bóng đèn điện tử, có thể dịch chuyển đồng thời trên ba trục (nội suy tuyến tính ba kích thước = 3D Linear interpolation), tiếp nhận dữ liệu qua băng đục lỗ mã nhị phân.

Năm 1954, Bendix mua bản quyền phát minh của Parsons và chế tạo thiết bị điều khiển NC công nghiệp đầu tiên, thiết bị này vẫn dùng các bóng đèn điện tử.

Năm 1957, Không lực Hoa Kỳ trang bị những máy phay điều khiển NC đầu tiên trong các phân xưởng của họ.

Năm 1958, giới thiệu ngôn ngữ lập trình biểu trưng đầu tiên - APT - gắn liền với máy tính IBM 704.

Năm 1960, các nhà chế tạo Đức trình bày những máy điều khiển NC đầu tiên tại hội chợ Hannover.

Năm 1968, kỹ thuật mạch tích hợp IC (Intergarted Circuits) làm cho các tủ điều khiển có kích thước nhỏ hơn và tin cậy hơn.

Năm 1972, các tủ điều khiển NC đầu tiên có cài đặt các cụm vi tính chế tạo hàng loạt, đưa ra một thế hệ mới các thiết bị NC cài đặt các cụm vi tính có công năng mạnh mẽ hơn (CNC). Thế hệ này mau chóng được thay thế bởi các cụm điều khiển CNC cài đặt microprocessor (μP).

Năm 1980, trong khi phát kiến các công cụ trợ giúp lập trình tích hợp CNC, xuất hiện một "cuộc chiến lòng tin" ủng hộ hay chống đối giải pháp điều khiển qua cấp lệnh bằng tay.

Năm 1984, hệ điều khiển CNC có công năng mạnh mẽ, được trang bị các công cụ trợ giúp lập trình graphic tiến thêm một bước phát triển mới: "Lập trình tại phân xưởng".

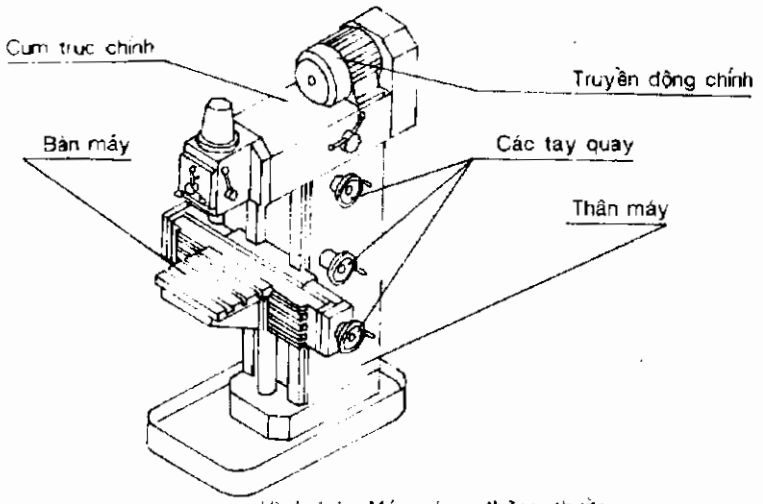
Những năm 1986-1987, các giao diện tiêu chuẩn hóa (Inteface) mở ra con đường tiến tới các xí nghiệp tự động trên cơ sở một hệ thống trao đổi thông tin liên thông: CIM (Computer Integrated Manufacturing)

Năm 1990, các giao diện số giữa điều khiển NC và hệ truyền động cải thiện độ chính xác và đặc tính điều chỉnh của các trục điều khiển NC và trục chính.

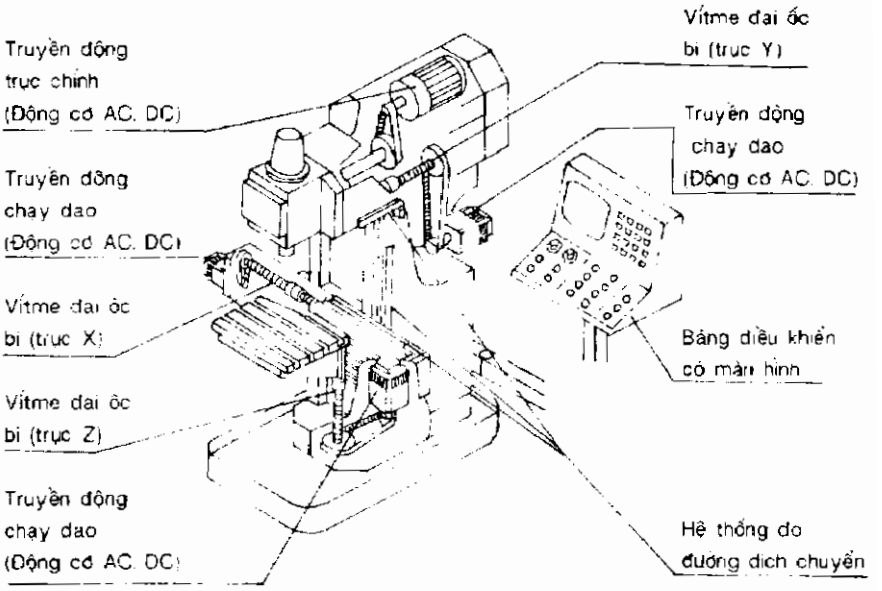
1.2. Đặc điểm cấu trúc của các máy công cụ điều khiển CNC

1.2.1. Các đặc điểm kết cấu phân biệt các máy công cụ điều khiển CNC với các máy công cụ thông thường

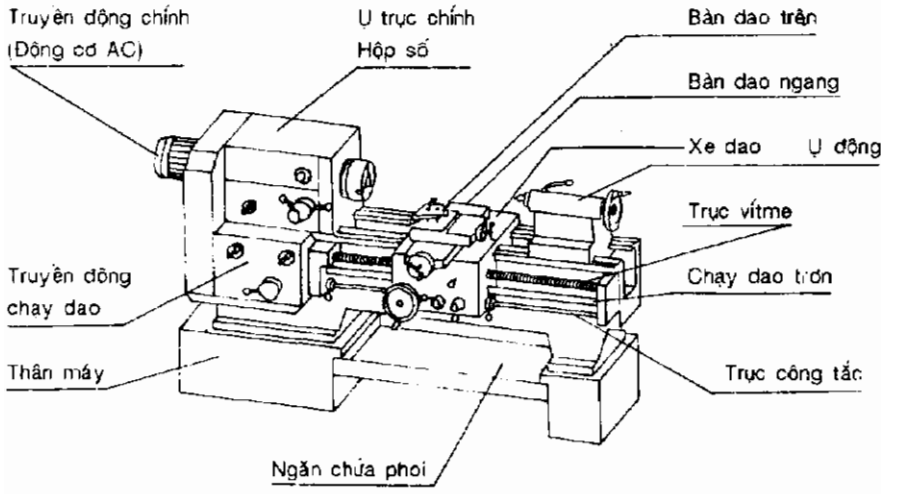
Hình 1-1, 1-2, 1-3 và 1-4 mô tả kết cấu của các máy công cụ điều khiển CNC và các máy công cụ thông thường để chúng ta dễ dàng nhận ra sự khác biệt giữa chúng.



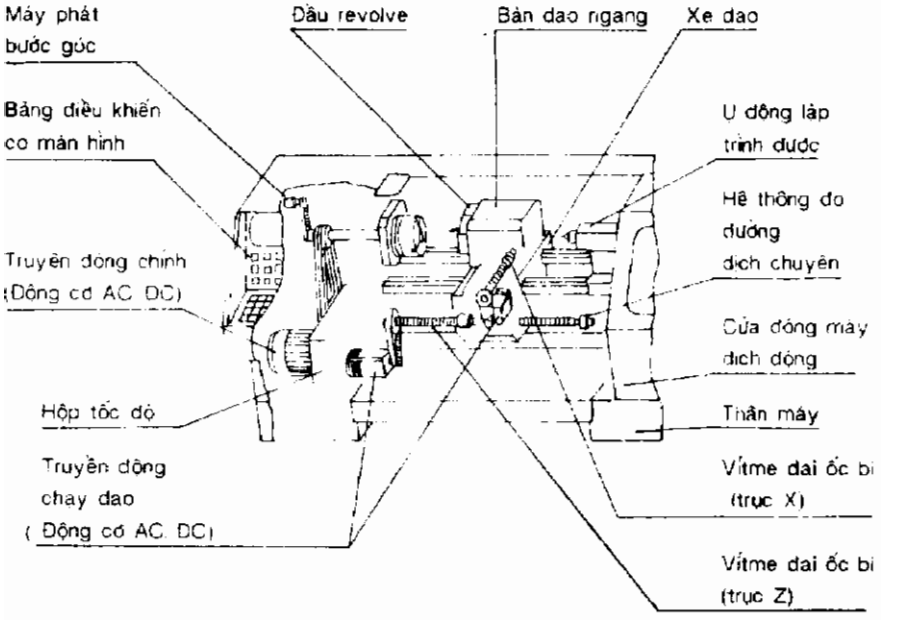
Hình 1-1. Máy phay thông thường



Hình 1-2. Máy phay CNC



Hình 1-3 Máy tiện thông thường



Hình 1-4 Máy tiện CNC

1.2.2. Đặc điểm của các động cơ truyền dẫn

Truyền động chính:

Động cơ dòng một chiều hoặc dòng xoay chiều.

Động cơ dòng một chiều:

Điều chỉnh vô cấp tốc độ bằng dòng kích từ.

Động cơ dòng xoay chiều:

Điều chỉnh vô cấp tốc độ bằng bộ biến đổi tần số.

Thay đổi số vòng quay đơn giản, mômen truyền tải cao.

Khi thay đổi lực tác dụng, số vòng quay vẫn giữ không đổi.

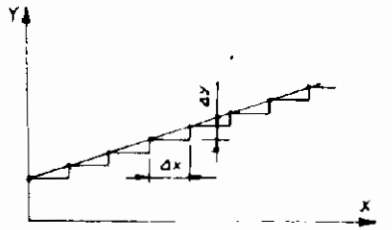
Truyền động chạy dao:

Động cơ dòng một chiều và dòng xoay chiều với bộ vitme /đai ốc/ bi cho từng trục chạy dao độc lập X, Y, Z.

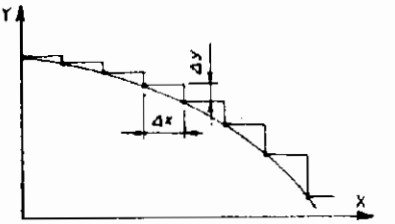
Động cơ dòng một chiều có đặc tính động học tốt cho các quá trình gia tốc và quá trình phanh hãm, mômen quán tính nhỏ, độ chính xác điều chỉnh cao cho những đoạn đường dịch chuyển chính xác.

Bộ vitme /đai ốc/ bi có khả năng biến đổi truyền dẫn dễ dàng, ít ma sát và không có khe hở khi truyền dẫn với tốc độ cao.

Trên đường thẳng có độ dốc nhỏ (hình 1-5) hoặc trên đường cong (hình 1-6) có thể thấy rõ sự khác biệt rất lớn về tốc độ chạy dao trên các trục có chuyển động đồng thời.

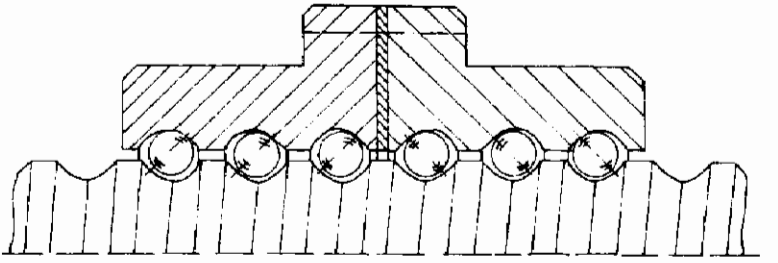


Hình 1-5. Chuyển động của các trục khi nội suy tuyến tính



Hình 1-6. Chuyển động của các trục khi nội suy vòng (nội suy phi tuyến)

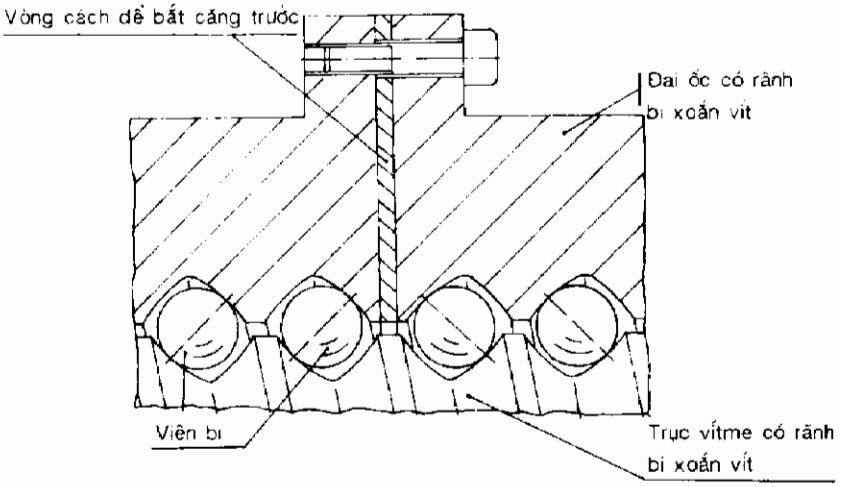
Để có thể dịch chuyển chính xác trên các biên dạng, các trục truyền dẫn không được phép có khe hở và cũng không được phép có hiệu ứng stick - slip (hiện tượng trượt lùi do lực cản ma sát). Bộ vítme đai ốc bi là giải pháp kỹ thuật đảm bảo được yêu cầu đó (hình 1-7).



Hình 1-7. Bộ trục vítme đai ốc bi

Phương thức tác dụng của vítme đai ốc bi:

Các viên bi nằm trong ranh vítme và đai ốc đảm bảo truyền lực ít ma sát từ trục vítme qua đai ốc vào bàn máy. Nhờ hai nửa đai

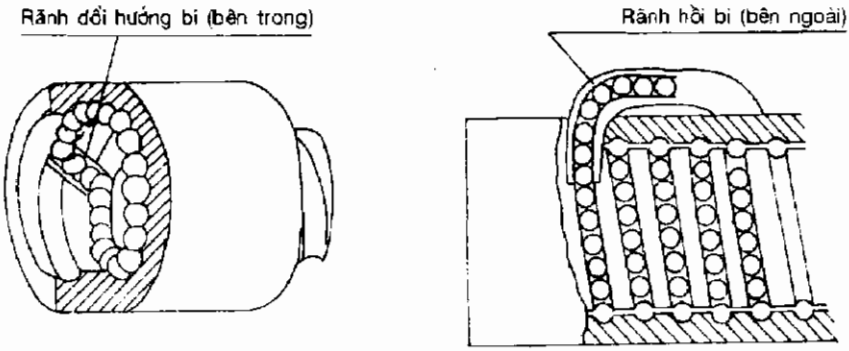


Hình 1-8. Kết cấu chỉnh khe hở vítme đai ốc bi

ốc lắp theo chiều dài, giữa chúng có vòng cách, có thể điều chỉnh khử khe hở theo hai chiều đối ngược (hình 1-8).

Trong một số giải pháp kết cấu nâng cao của bộ truyền này, bước nâng của rãnh vít trên trục và trên đai ốc có giá trị khác nhau.

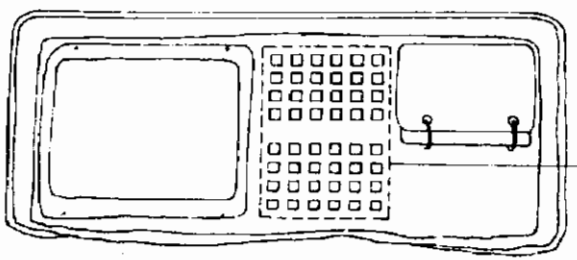
Việc dẫn bi hồi rãnh được thực hiện nhờ các rãnh dẫn hướng bố trí bên trong hoặc các ống dẫn hồi bi bao ngoài trục (hình 1-9).



Hình 1-9. Rãnh dẫn hướng

Truyền dẫn chạy dao không khe hở trên các máy phay CNC cho phép cắt theo chu kỳ phay thuận mà vẫn êm.

1.2.3. Giới thiệu bảng điều khiển của máy phay CNC (hình 1-10)



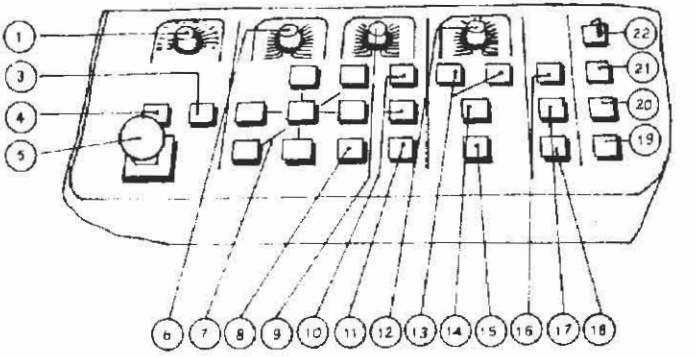
Hình 1-10a

1. Công tắc lựa chọn dạng vận hành
Chức năng đóng/ngắt.
3. Ngắt điện tủ điều khiển. 4. Đóng điện tủ điều khiển; 5. Phím ngắt mạch điện khẩn cấp; 6. Các chuyển động chạy dao (cắt phoi); 7. Chuyển động trên các trục X, Y, Z theo chiều + và -. Dừng tất cả các

trục 8. Chạy dao nhanh đến vị trí định vị; 9. Tốc độ chạy dao; 10. Các chức năng đồ hoa và trục điều khiển C; 11. Các chức năng đồ họa và hãm trục điều khiển C

Truyền động chính

12. Số vòng quay trục chính; 13. Trục chính quay (trái và phải); 14. Dừng quay trục chính; 15. Kẹp dao và tháo kẹp dao; 16. Công tắc chìa khóa để cất giữ chương trình; 17. Bôi trơn bằng tay; 18. Đóng và ngắt mạch bơm dung dịch trơn nguội; 19. Dừng chu kỳ hoặc dừng chương trình; 20. Khởi động chu kỳ hoặc khởi động chương trình; 21. Chỉ thị đổi dao / nút bấm ra khỏi; 22. Đổi mạch cho cơ cấu kẹp dao (ứng với trục phay nằm ngang / thẳng đứng)

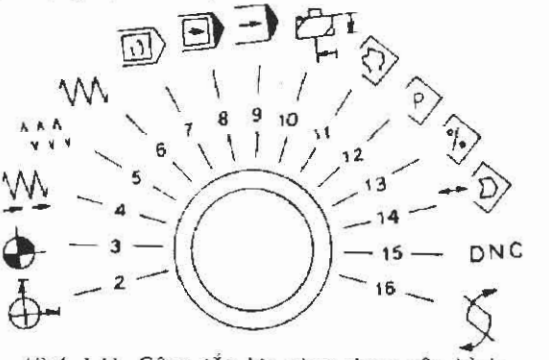


Hình 1-10

Bảng nút bấm (từ nút 7 đến 18) ở trạng thái vận hành "Graphic" đều làm việc với hai chức năng.

Công tắc lựa chọn dạng vận hành (Hình 1-11)

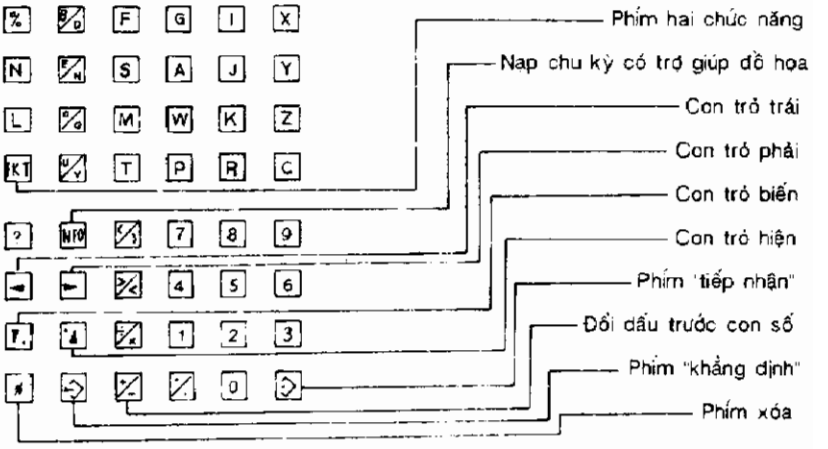
2. Đặt bộ đếm giá trị thực; 3. Đi tới điểm chuẩn; 4. Vận hành phóng chưng (bước nhích 0,01 mm); 5. Chạy dao theo dạng vận hành phóng chưng; 6. Chạy dao theo dạng vận hành ổn định; 7. Cấp lệnh bằng tay trong từng câu lệnh; 8. Chạy chương trình theo từng câu lệnh riêng lẻ; 9. Chạy chương trình theo câu lệnh kế tiếp



Hình 1-11. Công tắc lựa chọn dạng vận hành

10. Hiệu chỉnh thông số cho dao; 11. Nạp chương trình thông qua các phím bấm; 12. Danh mục thông số (lựa chọn); 13. Quản lý chương trình; 14. Vào - ra chương trình; 15. Vận hành DNC (lựa chọn); 16. Đồ họa và các dữ liệu về máy

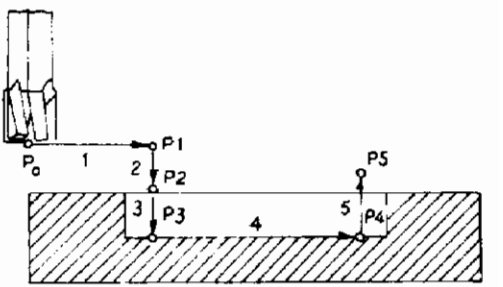
Bàn phím (hình 1-12)



Hình 1-12

1.3. Lập trình cho máy công cụ CNC

Một máy phay thông thường thực hiện các nguyên công kế tiếp nhau do điều khiển tay của người vận hành. Trên máy phay CNC thì mọi quá trình gia công đều được thực hiện tự động. Một hệ thống điều khiển theo chương trình số CNC sẽ điều khiển và theo dõi quá trình. Hệ thống CNC do đó cần có một chương trình làm việc do người



Hình 1-13. Các đoạn dịch chuyển dao là cơ sở của một chương trình CNC
P0 - P1: Chạy nhanh tiếp cận; 2. P1 - P2: Hạ dao nhanh. Bơm trơn nguội; 3. P2 - P3: Chạy dao cắt phay sâu; 4. P3 - P4: Phay theo độ sâu đã cắt; 5. P4 - P5: Lùi dao, dừng bơm trơn nguội

vận hành máy hoặc do một kỹ sư lập trình soạn thảo.

Chương trình viết ra phải mô tả đầy đủ tất cả các bước cần thiết cho quá trình gia công bằng một ngôn ngữ lập trình mà cụm điều khiển có thể hiểu được.

Đường dịch chuyển của dao là nội dung cơ bản của chương trình (hình 1-13).

Những điều kiện công nghệ khác như tốc độ chạy dao, số vòng quay trục chính, chọn dao hay dẫn dung dịch trơn nguội cũng được đưa vào chương trình. Toàn bộ dữ liệu của quá trình gia công phải được viết vào chương trình theo dạng một ngôn ngữ lập trình mà cụm điều khiển số có thể xử lý được.

1.3.1. Tốc độ chạy dao F

Tốc độ chạy dao được lập trình với địa chỉ F.

Lượng chạy dao nhỏ nhất có thể điều chỉnh được trên máy FP2-NC là F2.

Trong phạm vi lượng chạy dao, có thể lập trình với bất kỳ giá trị lượng chạy dao chẵn nào.

Nhờ bộ công tắc hiệu chỉnh lượng chạy dao (Override - Contacter) những lượng chạy dao đã lập trình có thể chữa lại được mà không cần thoát ra khỏi chương trình đang chạy. Nó có thể hiệu chỉnh giảm tới 0% hoặc hiệu chỉnh tăng tới 125%.

Chuyển động chạy dao chỉ có thể thực hiện khi trục chính quay.

Một giá trị lượng chạy dao sẽ có hiệu lực tác dụng cho tới khi có một lệnh khác.

1.3.2. Số vòng quay trục chính S

Số vòng quay trục chính được lập trình với địa chỉ S tính bằng vòng/phút.

Trên máy phay FP2-NC, các cấp độ vòng quay sau đây có thể được lập trình:

0 - 31.5 - 40 - 50 - 63 - 80 - 100 - 125 - 160 - 200 - 250 - 315 - 400 - 500 - 630 - 800 - 1000 - 1250 - 1600 - 2000 - 2500 - 3150.

Nếu giá trị dữ liệu nạp vào ở khoảng giữa hai cấp thì bộ điều khiển sẽ đóng mạch tự động cho số vòng quay thấp hơn kề bên.

S+0 dùng cho trường hợp không đóng mạch quay trục chính trong vận hành điều khiển theo chương trình (đặt vào chế độ chạy không).

Chọn chiều quay trục chính:

Trên máy FP2-NC, trục chính quay phải với địa chỉ S+; quay trái với địa chỉ S-

Trên các máy khác có thể dùng lệnh M03 cho trục chính quay phải; M04 cho trục chính quay trái.

Lệnh dừng trục chính được lập trình với địa chỉ S0 không có dấu phía trước.

Một giá trị vòng quay trục chính có hiệu lực tác dụng cho tới khi có một lệnh khác.

1.3.3. Chương trình gia công

Trên máy FP2-NC, chương trình được bắt đầu với ký tự % và một số hiệu chương trình.

Một chương trình được thiết lập để gia công một chi tiết ta gọi là chương trình chi tiết, bao gồm nhiều lệnh công tác cho máy, các lệnh này nằm trong từng câu lệnh.

1.3.3.1. Câu lệnh (hình 1-14)

Các câu lệnh được xử lý kế tiếp nhau, trong đó có các thông tin ví dụ như số vòng quay trục chính hay đường biên dạng dịch chuyển dao...

Một câu lệnh thường được bắt đầu bằng chữ cái N và số thứ tự câu lệnh (có thể lựa chọn từ N0 đến N9999).

Số câu lệnh không có ảnh hưởng đến thứ tự xử lý các câu lệnh trong một quá trình gia công. Trình tự gia công do đó được xác

định bởi trình tự xử lý các câu lệnh.

Mỗi số câu lệnh chỉ được dùng một lần trong chương trình, nếu không chú ý sẽ dẫn đến nhiễu loạn trong quá trình tìm câu lệnh hoặc quá trình nhảy trở lại chương trình sau một gián đoạn.

Chương trình 0024			Từ lệnh		
Bắt đầu	%				
Câu lệnh	N1	G01	X100	Y-20	
	N2	...	...	...	...
	N3	...	...	...	...
	...	...	...	...	...
Kết thúc	N100	...	...	...	M30

Hình 1-14 Ví dụ về câu lệnh

1.3.3.2. Từ lệnh

Mỗi lệnh làm việc riêng lẻ cho máy được gọi là từ lệnh.

Mỗi từ lệnh bao hàm một địa chỉ và một con số. Con số này có thể có ý nghĩa như một mã số (ví dụ G00 "Chạy nhanh"), hoặc có ý nghĩa như một giá trị (ví dụ X100 "điểm đích trên trục X"; F200 "tốc độ chạy dao 200 mm/ph")

Trong một số bộ điều khiển, khi lập trình, ở những từ lệnh có các số 0 đứng trước con số có nghĩa thì có thể bỏ bớt (ví dụ N0001 có thể viết thành N1; lệnh G00 có thể viết là G0).

Chẳng hạn:

Số câu lệnh	Thông tin tạo hình		Thông tin công nghệ		
	Điều kiện đường dịch chuyển	Tọa độ trên trục điều khiển	Lượng chạy dao	Số vòng quay trục chính	Chức năng phụ
N1	G0	X0 Y20 Z2	F200	S+3t50	M8

Các chức năng phụ có địa chỉ là chữ cái M.

Điểm đích cho các đoạn dịch chuyển dao có địa chỉ là các chữ cái của các trục tọa độ X, Y và Z.

Ngoài các chữ cái biểu thị địa chỉ, còn có các ký tự đặc biệt có thể cùng được in ra, ví dụ các ký tự xuất hiện trong nội dung một chương trình như: %, (,), +, −, hay các ký tự không được in ra mà chỉ để phục vụ cho bộ nhớ dữ liệu (xem bảng 1 - hình 1-15).

Bảng 1 Các ký tự của từ lệnh

Chữ cái dành cho địa chỉ		Ký tự đặc biệt có thể cùng được in ra	
Chữ cái	Ý nghĩa	Ký tự	Ý nghĩa
A, B, C	Quay quanh các trục X, Y, Z	%	Bắt đầu chương trình
D	Nhớ giá trị hiệu chỉnh dao	(	Bắt đầu một chú ý
F	Lượng chạy dao	)	Kết thúc một chú ý
G	Điều kiện đường dịch chuyển	+	Cộng
I, J, K	Tọa độ tâm cung tròn	-	Trừ
M	Chức năng phụ		Chấm thập phân
		Các ký tự không in ra	
N	Số câu lệnh	Ký tự	Ý nghĩa
S	Số vòng quay trục chính	LF	Hết câu
T	Dao cắt	DEL	Xóa
X, Y, Z	Các tọa độ	NUL	Dấu cách

Hình 1-15 Các ký tự của từ lệnh

Các từ lệnh của một câu lệnh được xếp vào câu lệnh theo một trình tự xác định gọi là cú pháp, ví dụ:

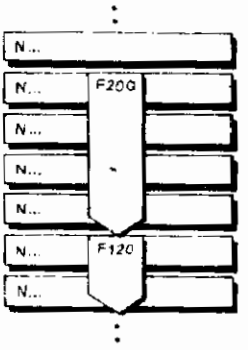
N01 G00 X15 Z2 S+1000 M08

Mỗi từ của câu lệnh là một lệnh điều khiển máy.

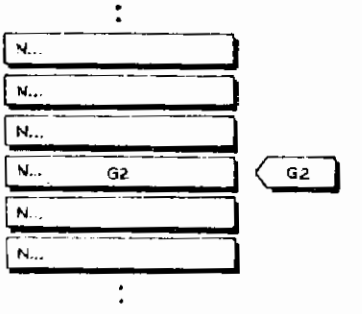
Lệnh có hiệu lực tác dụng kéo dài cho đến khi nó bị xóa hoặc bị thay thế bởi một lệnh có cùng chữ cái và cùng địa chỉ gọi là phương

thức tác dụng MODAL (hình 1-16).

Lệnh chỉ có tác dụng trong bản thân câu lệnh chứa nó gọi là phương thức tác dụng THEO CÂU LỆNH (hình 1-17).



Hình 1-16. Tác dụng MODAL

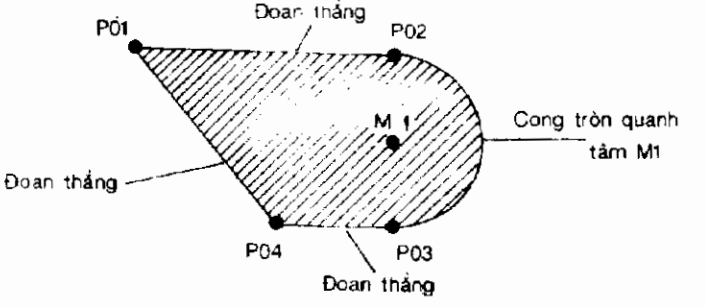


Hình 1-17. Tác dụng THEO CÂU LỆNH

1.3.4. Cấu trúc một chương trình

Biên dạng chi tiết được chia thành các đoạn thẳng và đoạn cung tròn. Mỗi một yếu tố biên dạng hình học đơn giản này có thể được điều khiển thực hiện trong từng bước gia công hay là trong một câu lệnh của chương trình.

Các câu lệnh cấp vào bộ điều khiển theo từng câu riêng lẻ (hình 1-18).



Hình 1-18. Ví dụ lập trình

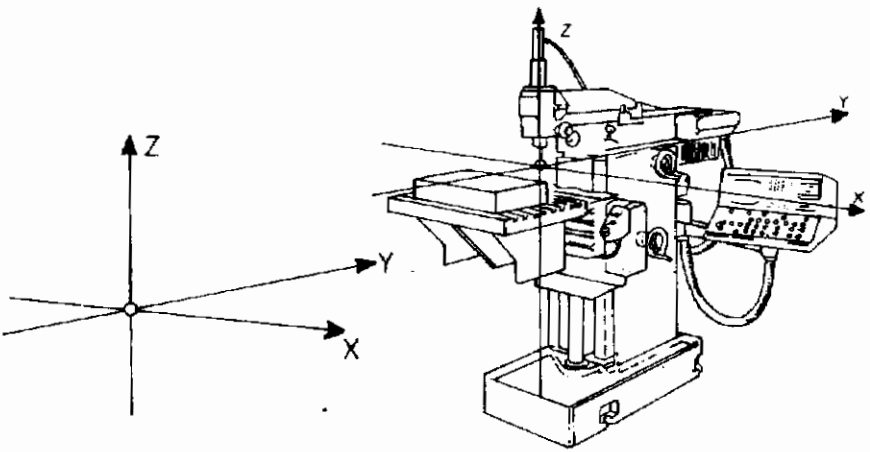
Để thiết lập một chương trình cần có các bước:

1. Chia biên dạng thành các yếu tố biên dạng hình học đơn giản;
2. Chia quá trình gia công thành các bước gia công (theo dữ liệu công nghệ);
3. Tạo lập chương trình;
4. Nạp trình vào bộ điều khiển;
5. Chạy thử chương trình (simulation);
6. Khởi động chương trình;
7. Bộ điều khiển thực hiện gia công chi tiết.

1.4. Hệ tọa độ máy

1.4.1. Hệ tọa độ vuông góc

Các điểm mà dao cắt đi tới trong khi gia công được xác định trong một chương trình. Để mô tả vị trí của các điểm này trong vùng làm việc, ta dùng một hệ tọa độ. Nó bao gồm ba trục vuông góc với nhau cùng cắt nhau tại điểm gốc 0. Trong hệ tọa độ này có các trục X, Y, và Z (hình 1-19).



Hình 1-19: Hệ tọa độ vuông góc trên máy

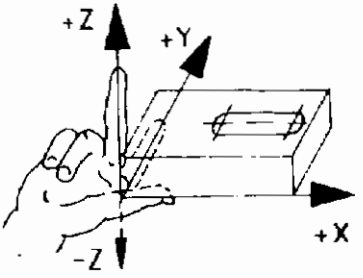
Với một hệ tọa độ ba trục, bất kỳ điểm nào cũng được xác định thông qua các tọa độ của nó. Hệ tọa độ máy do nhà chế tạo máy xác định, thông thường nó không thể bị thay đổi.

Trục X là trục chính trong mặt phẳng định vị. Trên máy phay nó nằm song song với bàn máy (bàn kẹp chi tiết).

Trục Y là trục thứ hai trong mặt phẳng định vị, ở máy FP2-NC nó nằm trên mặt nắp máy và vuông góc với bàn máy.

Trục Z luôn luôn trùng với trục truyền động chính. Trục này được nhà chế tạo máy xác định. Chiều dương của trục Z chạy từ chi tiết hướng đến dao cắt. Điều đó có nghĩa là trong chuyển động theo chiều âm của trục Z, dao cắt sẽ đi tới bề mặt chi tiết.

Để xác định nhanh chiều của các trục, dùng luật bàn tay phải: ta đặt ngón giữa của bàn tay phải theo chiều của trục Z thì ngón tay cái sẽ trỏ theo chiều trục X và ngón tay trỏ sẽ chỉ theo chiều trục Y (hình 1-20).

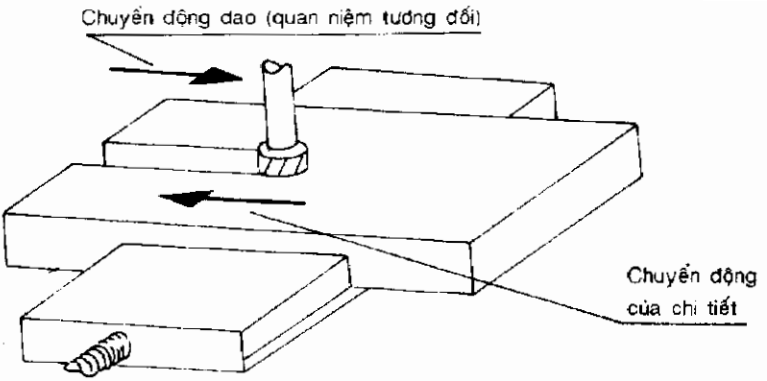


Hình 1-20. Xác định nhanh chiều trục tọa độ.

Hệ tọa độ cơ bản được gắn liền với chi tiết. Bởi vậy khi lập trình ta phải luôn luôn xuất phát từ chỗ xác định chi tiết đứng yên còn dao cắt thì chuyển động. Điều đó có nghĩa là:

Khi cắt phay, rõ ràng chi tiết chuyển động là chính, nhưng để đơn giản hơn cho việc lập trình hãy quan niệm là chi tiết đứng yên còn dao cắt thì dịch chuyển. Ta gọi đó là chuyển động tương đối của dao cụ.

Ví dụ, trên hình vẽ bàn máy mang chi tiết chuyển động từ phải qua trái. Nếu coi chi tiết là đứng yên thì dường như dao cắt có chuyển động từ trái qua phải (hình 1-21).



Hình 1-21. Chuyển động tương đối của dao.

Để mô tả đường dịch chuyển dao (các dữ liệu tọa độ) trên một số máy CNC có cả hai khả năng.

1.4.1.1. Dùng tọa độ Đề các

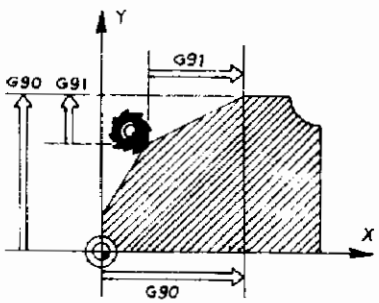
Khi dùng dữ liệu tọa độ Đề các, ta đưa ra các khoảng cách đo song song với các trục từ một điểm tới một điểm khác.

Các khoảng cách theo chiều dương của trục có kèm theo dấu dương (+) phía trước. Các khoảng cách theo chiều âm của trục có kèm theo dấu âm (−) phía trước.

Các số đo có thể đưa ra theo hai phương thức:

Đo tuyệt đối G90

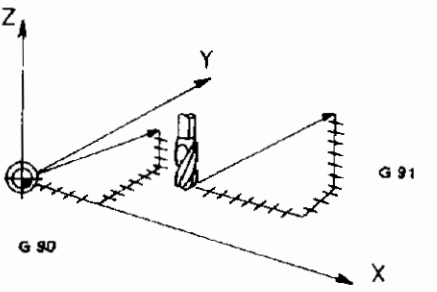
Với các số đo tuyệt đối, ta đưa ra tọa độ của các điểm đích tính từ một điểm cố định trong vùng làm việc (hình 1-22). Nghĩa là trong mỗi chuyển động đều xác định, dao cắt phải dịch chuyển đến đầu kế từ một điểm gốc 0 tuyệt đối



Hình 1-22. Đo tuyệt đối G90

Đo theo chuỗi kích thước G91

Với các số đo theo chuỗi kích thước, ta đưa ra tọa độ của các điểm đích tính từ mỗi điểm dừng lại của dao cắt sau một vệt cắt (hình 1-23). Nghĩa là trong mỗi chuyển động đều đưa ra số liệu dao cần được dịch chuyển tiếp một lượng là bao nhiêu nữa theo từng trục tọa độ.

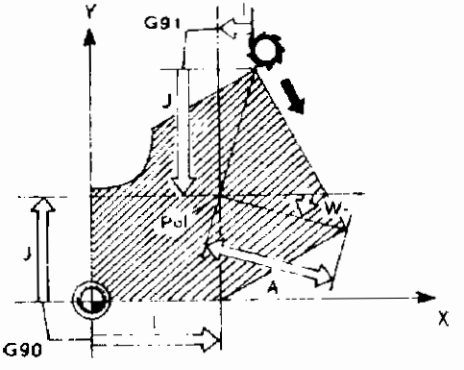


Hình 1-23. Đo theo chuỗi kích thước G91

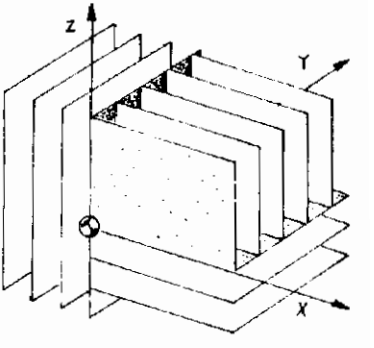
1.4.1.2. Dùng tọa độ cực

Khi sử dụng các dữ liệu trong hệ tọa độ cực, ta đưa ra vị trí của một điểm thông qua khoảng cách và góc so với một trục cơ sở (hình 1-24).

Các tọa độ cực chỉ có thể đo trên một mặt phẳng chính. Trong phạm vi của một hệ tọa độ cực có ba mặt phẳng chính. Từ ba trục X, Y và Z của hệ thống sẽ có ba bề mặt kẹp, đó là: mặt X/Y; mặt X/Z và mặt Y/Z (hình 1-25).



Hình 1-24. Hệ tọa độ cực



Hình 1-25. Ba mặt phẳng chính

1.4.2. Những điểm quan trọng trong một hệ tọa độ

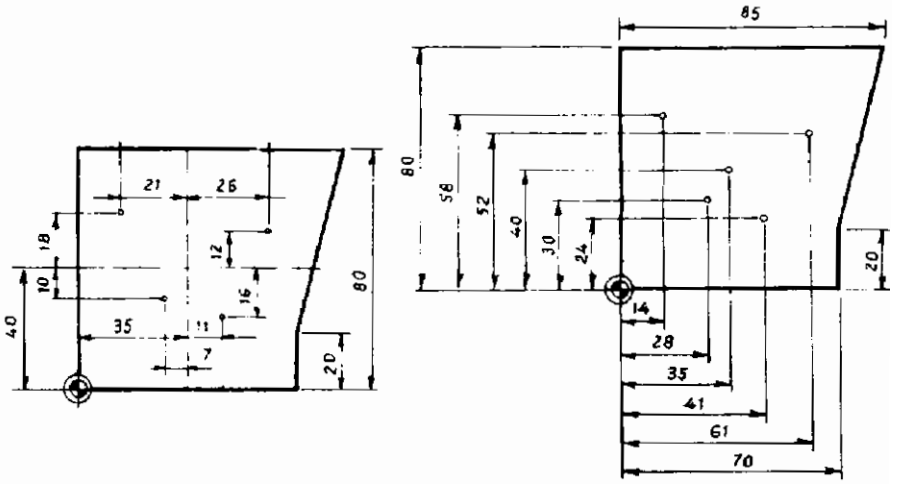
Điểm chuẩn: là điểm gốc 0 của hệ tọa độ máy

Điểm 0 chi tiết : là điểm gốc 0 của hệ tọa độ chi tiết, nó được giữ cố định cho một chi tiết.

Điểm 0 lập trình : là điểm gốc 0, từ đó xác định các dữ liệu cập nhật trong một chương trình. Điểm này có thể thay đổi thông qua lệnh dịch chuyển điểm 0.

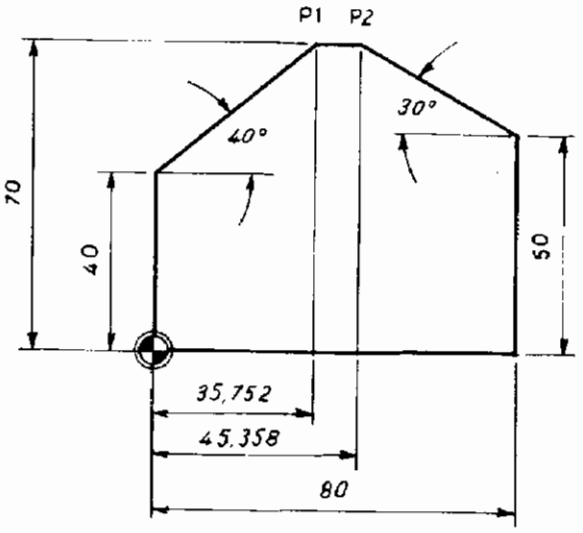
1.4.3. Chuẩn hóa lại các bản vẽ

Trên một bản vẽ, thường các số đo kích thước không được đưa vào trực tiếp, chúng phải được tính lại để tìm ra các thông tin về đường dịch chuyển dùng cho lập trình. Bộ điều khiển càng thuận tiện thì dữ liệu nạp vào càng đơn giản. Nhờ sử dụng các hệ thống



Hình 1.2 Chuyển các kích thước đo theo chuỗi thành các kích thước tuyệt đối

lập trình thích hợp, thường các vấn đề đặt ra được giải quyết một cách đơn giản. Trong trường hợp chỉ có một hệ thống lập trình chưa đủ mức thuận tiện cần thiết, ta phải tiến hành theo các bước sau đây:



Hình 1-27. Tính lại các tọa độ chưa chỉ rõ

- Chuyển các kích thước đo theo chuỗi thành các kích thước đo tuyệt đối (hình 1-26)
- Tính toán thêm các tọa độ chưa rõ (hình 1- 27)

1.5. Ý nghĩa của việc sử dụng máy CNC đối với các xí nghiệp công nghiệp

Nhờ ứng dụng của kỹ thuật vi điện tử, phương pháp công nghệ này có những ưu điểm đáng chú ý:

1.5.1. Ưu điểm cơ bản

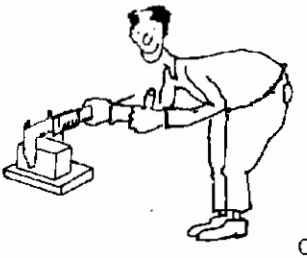
- Độ chính xác làm việc cao

Thường các máy CNC có độ chính xác máy là 0,001 mm, do đó có thể đạt được độ chính xác gia công cao hơn.

- Chất lượng gia công ổn định, độ chính xác lặp lại cao.
- Tốc độ cắt cao

Nhờ cấu trúc cơ khí bền chắc của máy, những vật liệu cắt hiện đại như kim loại cứng hay gốm oxít có thể được sử dụng tốt hơn.

- Thời gian gia công ngắn hơn.

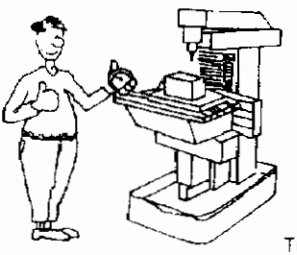


Chính xác

1.5.2. Các ưu điểm khác

- Tính kinh tế cao ngay cả với chi tiết gia công loạt nhỏ;
- Ít phải dừng máy vì kỹ thuật, tiêu phí khi phải dừng máy nhỏ;
- Tiêu hao kiểm tra ít, giá thành đo kiểm giảm;
- Thời gian hiệu chỉnh máy nhỏ;
- Không cần dùng các đồ gá và dưỡng (ví dụ gá khoan);

Chất lượng



Tốc độ

- Có thể gia công hàng loạt.

1.5.3. Nhược điểm

- Giá thành chế tạo máy cao hơn;
- Giá mua máy đắt hơn;
- Giá thành bảo dưỡng, sửa chữa máy cũng cao hơn;
- Vận hành máy phức tạp hơn;
- Thay đổi người đứng máy khó khăn hơn.

1.5.4. Các yêu cầu đặt ra

- Cần có sự phối hợp chặt chẽ giữa các khâu thiết kế, chuẩn bị sản xuất và thực hiện gia công chế tạo;

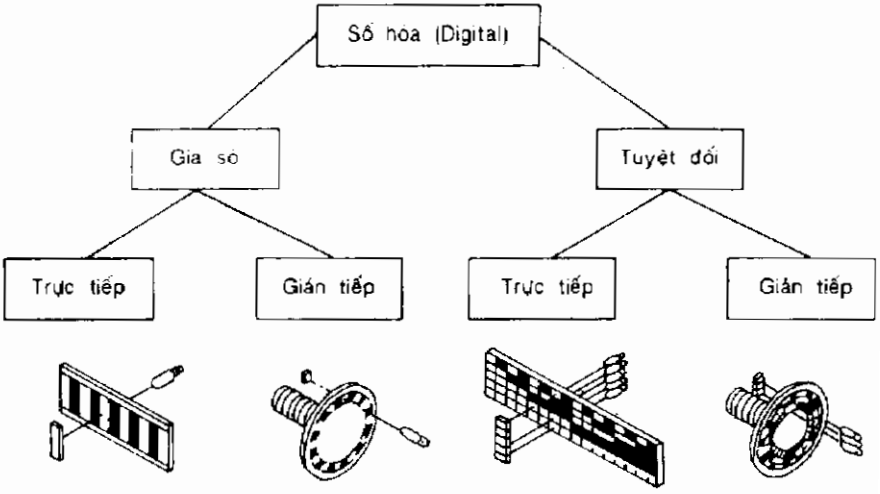
- Cần đào tạo nâng cao cho thợ chuyên môn. Một khóa đào tạo về kỹ thuật CNC là phải có, vì máy móc chỉ hoạt động tốt nếu người sử dụng nó có kiến thức thuần thục.

1.6. ĐIỀU KHIỂN ĐƯỜNG DỊCH CHUYỂN TRÊN MÁY CNC

Để đi tới các điểm đích mong muốn, các máy CNC cần phải được trang bị một hệ thống đo đường dịch chuyển làm việc chính xác, các động cơ chạy dao điều khiển vô cấp, các trục truyền động không có khe hở và hệ thống đường hướng ma sát nhỏ.

1.6.1. Tổng quan các hệ thống đo có ứng dụng phổ biến nhất

Tổng quan các hệ thống đo có ứng dụng phổ biến được trình bày ở hình 1-28.



Hình 1-28. Các hệ thống đo phổ biến

1.6.2. Nhiệm vụ của các hệ thống đo đường dịch chuyển

Các máy CNC phải thực hiện tự động các quá trình chuyển động theo các lệnh điều khiển đưa ra và ở đây dịch chuyển máy phải đi theo một cách chính xác nhất có thể, tọa độ của các điểm trên biên dạng. Điều này có thể đạt được nhờ một mạch điều chỉnh vị trí.

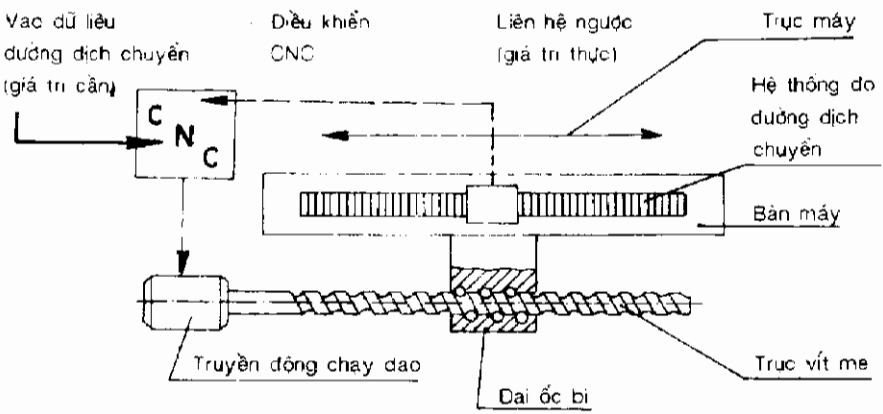
Quá trình điều chỉnh vị trí

Những vị trí bàn máy đã thực hiện theo các lệnh dịch chuyển được thu thập một cách tự động bởi một hệ thống đo đường dịch chuyển như là các giá trị thực về vị trí và phản hồi về bộ điều khiển CNC.

Hệ thống điều khiển máy nhận các giá trị đo - trong khi chuyển động - các vị trí tức thời của bàn máy (giá trị thực) và so sánh chúng với các vị trí mong muốn đưa ra từ hệ thống điều khiển (giá trị cần).

Bàn máy chuyển động cho tới khi nào giá trị thực bằng đúng giá trị cần. Các sai lệch vị trí so với giá trị cần sẽ được chỉnh sửa nhờ các tín hiệu chạy dao, do vậy ta có sự điều chỉnh vị trí theo một mạch tác động kín.

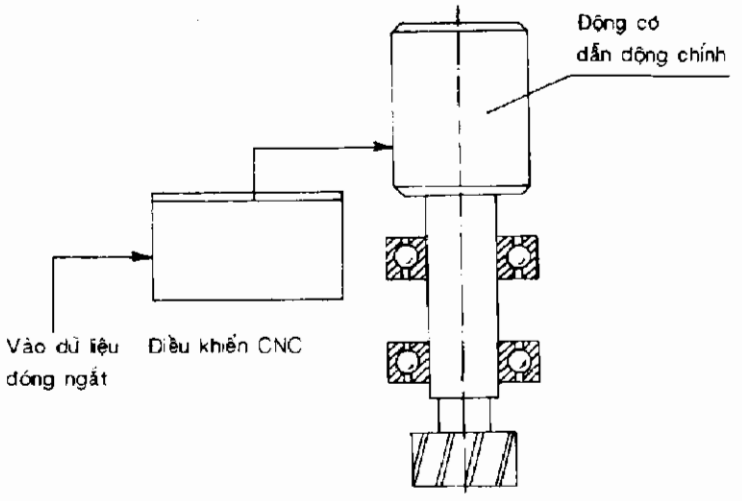
Mạch tác dụng này được gọi là mạch điều chỉnh vị trí tác dụng kín (hình 1-29).



Hình 1-29. Điều chỉnh vị trí trong mạch tác dụng kín

Xích điều khiển các thông tin đóng/ngắt (thông tin công nghệ)

Trong hình 1-30 chỉ rõ dòng lưu thông các thông tin công nghệ có một sự khác biệt quan trọng về kỹ thuật điều khiển so với dòng lưu thông thông tin về đường dịch chuyển (tạo hình). Các thông tin công nghệ như điều chỉnh số vòng quay và lượng chạy dao, đổi dao cắt, dẫn dung dịch trơn nguội... thường được hệ thống điều khiển CNC thực hiện trực tiếp. Quá trình thực hiện xử lý các thông tin công nghệ (lệnh công nghệ) không được kiểm tra, không được phản hồi và cũng không được chỉnh sửa, đó là các xích điều khiển hở.



Hình 1-30. Xích điều khiển hở.

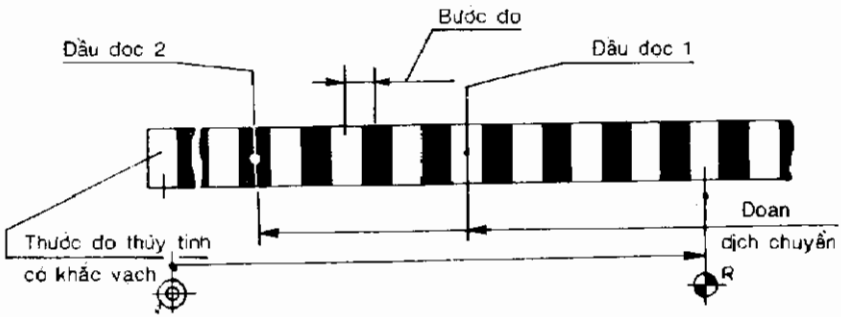
1.6.3. Các dạng hệ thống đo đường dịch chuyển

Một máy phay CNC với 3 trục điều khiển cần có 3 mạch điều chỉnh vị trí để thực hiện điều chỉnh vị trí. Giá trị thực về vị trí trong mỗi mạch điều chỉnh được xác định bởi mỗi thiết bị đo đường dịch chuyển tương ứng trên các trục. Các cụm điều khiển CNC có thể xác định vị trí nội tại của bàn máy theo hệ thống đo đường dịch chuyển kiểu gia số hay kiểu tuyệt đối.

Đo đường dịch chuyển kiểu gia số

Mỗi số gia là một lượng gia tăng đoạn dịch chuyển nhỏ và dài bằng nhau. Các vạch chia trên thước đo thủy tinh bao gồm những số gia là các vệt sáng tối kế tiếp nhau. Trong một chuyển động chạy dao sẽ làm xuất hiện trên bộ đếm giá trị đo, cứ mỗi một số gia riêng lẻ là một tín hiệu. Tất cả các tín hiệu đo đều như nhau, nghĩa là giống như việc đếm các vạch sáng tối.

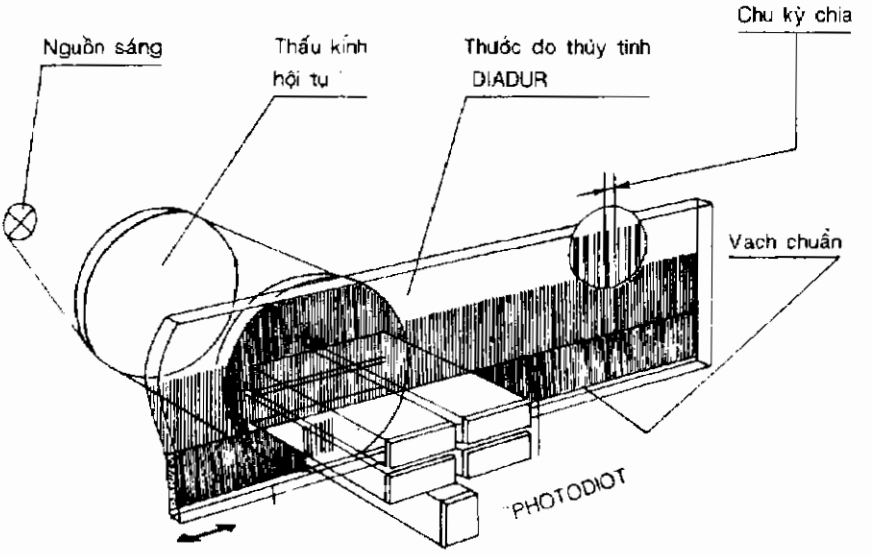
Ví dụ, trên một đoạn dịch chuyển mong muốn có chiều dài 20 mm, bộ điều khiển CNC phải đếm đúng 20.000 xung, sau đó thì bàn kẹp dao hay bàn máy mới dừng lại. Khi điều khiển chạy tới một điểm đích khác lại phải đưa ra trước số các xung hay giá trị gia tăng (số gia số) mà bộ điều khiển cần thực hiện điều khiển chạy tới (hình 1-31).



Hình 1-31 Đo đường dịch chuyển theo gia số

Vị trí mới nhất của bàn máy không thể được xác định gắn liền với số tín hiệu đo, bởi số lượng vạch sáng tối chỉ cho phép xác định khoảng cách từ đó đến vị trí bàn máy cuối cùng trước đó. Sau khi đóng mạch điều khiển cần thiết phải đưa bàn kẹp dao đi tới điểm so chuẩn. Điểm so chuẩn này được xác định bởi kết cấu chi tiết và xác định nhờ một cữ chặn trên sống trượt bàn máy hoặc nhờ điểm đánh dấu trên thước đo. Ta quan niệm vị trí đó là vị trí của điểm chuẩn (gốc O của hệ tọa độ máy).

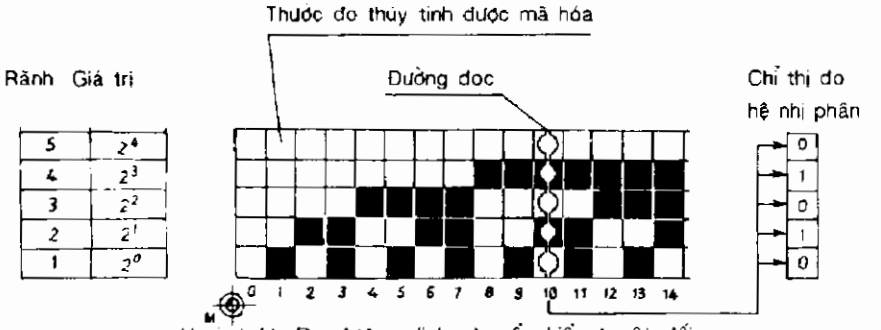
Nguyên tắc cấu trúc và hoạt động của một hệ thống đo dịch chuyển thẳng xem ở hình 1-32.



Hình 1-32. Nguyên tắc cấu trúc và hoạt động của một hệ thống

Đo đường dịch chuyển kiểu tuyệt đối

Khi đo đường dịch chuyển kiểu tuyệt đối, người ta dùng thước đo có các rãnh chia vạch trắng đen, chúng được xếp đặt theo một cốt



Hình 1-33. Đo đường dịch chuyển kiểu tuyệt đối

mã số. Mỗi một đoạn đường gia tăng được đánh số bởi một mã riêng (thước mã số). Khi có kích thích quang điện tử của một thước đo 5 rãnh chia (có thước tới 18 rãnh chia) sẽ đưa ra ứng với mỗi số đo một tín hiệu đo riêng. Từ tín hiệu này, khoảng cách đo với điểm chuẩn của máy sẽ được nhận biết. Cốt mã ghi trên mỗi rãnh của thước đo là một lũy thừa cơ số 2. Trên thước mã số, vị trí của bàn máy hoặc của bàn kẹp dao có thể đọc ra bất cứ lúc nào (hình 1-33).

1.7. Các dạng điều khiển

Phù hợp với yêu cầu đa dạng trong thực tế, người ta phân biệt hệ thống điều khiển theo 3 mức điều khiển khác nhau:

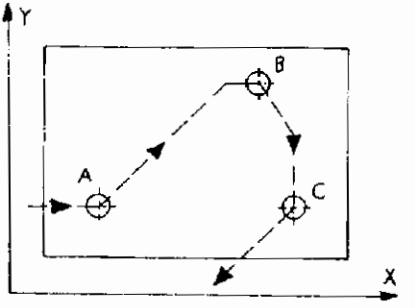
- Điều khiển điểm;
- Điều khiển đoạn thẳng và
- Điều khiển biên dạng cong.

1.7.1. Điều khiển điểm

Điều khiển điểm dùng cho những nhiệm vụ định vị đơn giản.

Việc đi tới các điểm lập trình được thực hiện bằng chuyển động chạy nhanh, dao không thực hiện cắt gọt gia công. Sau khi đã đi tới điểm đích mới xảy ra quá trình gia công với những lượng chạy dao đã được lập trình (hình 1-34).

Tùy theo dạng điều khiển, từng trục truyền động có thể có chuyển động kế tiếp nhau hoặc tất cả các trục đều đồng thời chuyển động nhưng giữa chúng không có một quan hệ hàm số ràng buộc. Trên hình vẽ, trước hết là việc định vị trên hai trục, chừng nào đạt được tọa độ của điểm đích trên một trục



Hình 1-34. Điều khiển điểm

thì còn lại chỉ có chuyển động định vị trên trục kia thôi.

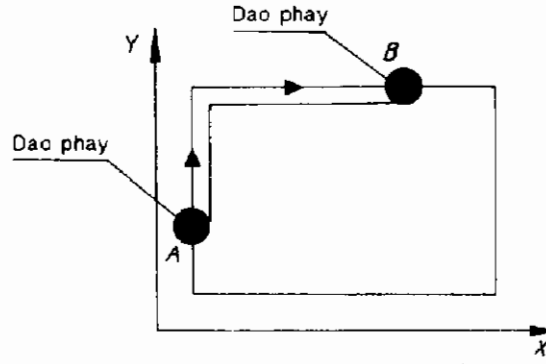
Các máy hiện đại đều có một cụm "nội suy chạy nhanh". Điều đó có nghĩa là việc định vị trong chuyển động chạy nhanh được thực hiện dưới một góc bất kỳ trên một đoạn thẳng nối trực tiếp từ điểm khởi động đến điểm đích.

Các trường hợp ứng dụng điều khiển điểm:

- điều khiển các máy khoan;
- điều khiển các máy hàn điểm đơn giản;
- điều khiển các cơ cấu cấp chi tiết tự động đơn giản.

1.7.2. Điều khiển đoạn, đường thẳng

Điều khiển đoạn thẳng bao hàm cả khả năng dịch chuyển của điều khiển điểm, nghĩa là nó có thể đi tới một điểm bất kỳ nào trên mặt phẳng gia công bằng chuyển động chạy nhanh. Ngoài ra nó còn cho phép thực hiện các chuyển động song song với các trục chính với lượng chạy dao đã lập trình cho dao vào cắt gia công (hình 1-35).



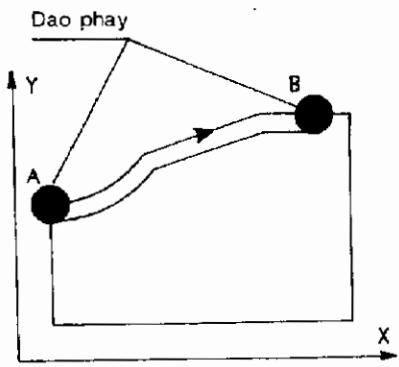
Hình 1-35 Điều khiển đoạn, đường thẳng

Các trường hợp ứng dụng điều khiển đoạn, đường thẳng:

- cho các máy phay đơn giản;
- cho các máy tiện đơn giản;
- cho các máy cắt bằng điện cực dây đơn giản.

1.7.3. Điều khiển biên dạng cong (điều khiển phi tuyến)

Điều khiển biên dạng cong bao hàm cả khả năng của điều khiển điểm và điều khiển đoạn thẳng. Với bộ điều khiển biên dạng cong có thể sản sinh ra đoạn thẳng hay một biên dạng cong bất kỳ trên một mặt phẳng hay trong không gian. Điều đó xảy ra thông qua chuyển động đồng thời của bàn máy trên hai hay nhiều trục mà giữa chúng có một mối quan hệ hàm số ràng buộc (hình 1-36).



Hình 1-36: Điều khiển phi tuyến

Các trường hợp ứng dụng điều khiển biên dạng cong:

- cho các máy tiện và phay;
- trên các trung tâm gia công;
- trên các máy vẽ hay các máy cắt bằng sợi đốt.

Tùy theo số trục được điều khiển chuyển động đồng thời, các hệ điều khiển biên dạng cong được chia ra thành hệ thống điều khiển 2D, 21/2D hoặc 3D (D = Dimenson = kích thước).

1.8. Xử lý thông tin

Những chương trình gia công chi tiết thường được ghi lại trên một vật mang tin. Để phân biệt với những bộ nhớ nội tại trong hệ điều khiển của chương trình gia công, người ta cũng gọi các vật mang tin là bộ nhớ ngoại vi.

Vật mang tin trong kỹ thuật điều khiển số có thể dùng băng đục lỗ, băng từ hoặc đĩa từ; trong đó băng đục lỗ ngày càng ít được ứng dụng hơn, các băng từ chỉ còn được dùng trong các thí nghiệm cần ghi lại lượng thông tin điều khiển lớn.

Cũng như trong kỹ thuật máy tính, ngày nay người ta dùng nhiều vật mang tin từ hóa.

1.8.1. Vật mang tin cơ học - Băng đục lỗ

Băng đục lỗ là các băng giấy hay băng vật liệu nhân tạo chiều rộng 25,4 mm = 1 inch. Người ta dùng để ghi dữ liệu và khai thác dữ liệu. Các dữ liệu được ghi vào hoặc được đọc ra theo một trình tự xác định chặt chẽ (có tính tuần tự).

Tốc độ đọc có thể đến 120 ký tự/giây.

1.8.2. Vật mang tin từ hóa - Băng từ (casset)

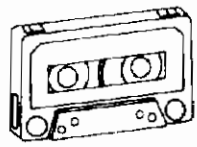
Băng từ là những dải băng có khả năng nhiễm từ quấn trong một casset. Người ta dùng để ghi dữ liệu và khai thác dữ liệu. Các dữ liệu được ghi vào hoặc được đọc ra theo một trình tự xác định chặt chẽ (có tính tuần tự).

Tốc độ đọc từ 400 đến 3000 ký tự/giây.

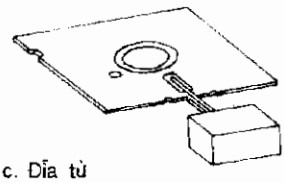
1.8.3. Vật mang tin từ hóa - Đĩa từ

Đĩa từ là những tấm vật liệu nhân tạo ở dạng đĩa, có thể chịu uốn, được phủ một lớp vật liệu có khả năng nhiễm từ. Đường kính 5 inch 1/4 hay 3 inch 1/2. Người ta dùng để ghi dữ liệu và khai thác dữ liệu. Ghi nhớ dữ liệu trên các rãnh tập trung. Ưu điểm của nó là

a. Băng đục lỗ



b. Băng casset



c. Đĩa từ

Hình 1-37. Các vật mang tin

khai thác dữ liệu nhanh, trực tiếp và được lựa chọn tự do.

Tốc độ đọc từ 4000 đến 300000 ký tự/giây.

Những cơ sở tích nhớ các chương trình gia công trên vật mang tin từ hóa là:

a. Dung lượng nhớ của một hệ điều khiển CNC là có giới hạn.

b. Việc nạp một chương trình gia công vào hệ điều khiển CNC thông qua vật mang tin từ hóa và bộ đọc sẽ nhanh chóng, ít mắc lỗi và bảo đảm hơn nhiều so với hoạt động nạp trình thông qua các phím bấm và tiếp điểm cơ khí.

c. Một chương trình gia công đã khởi động một lần, đã được tối ưu hóa và ghi lại trên vật mang tin, vẫn có thể dùng lại một cách tin cậy.

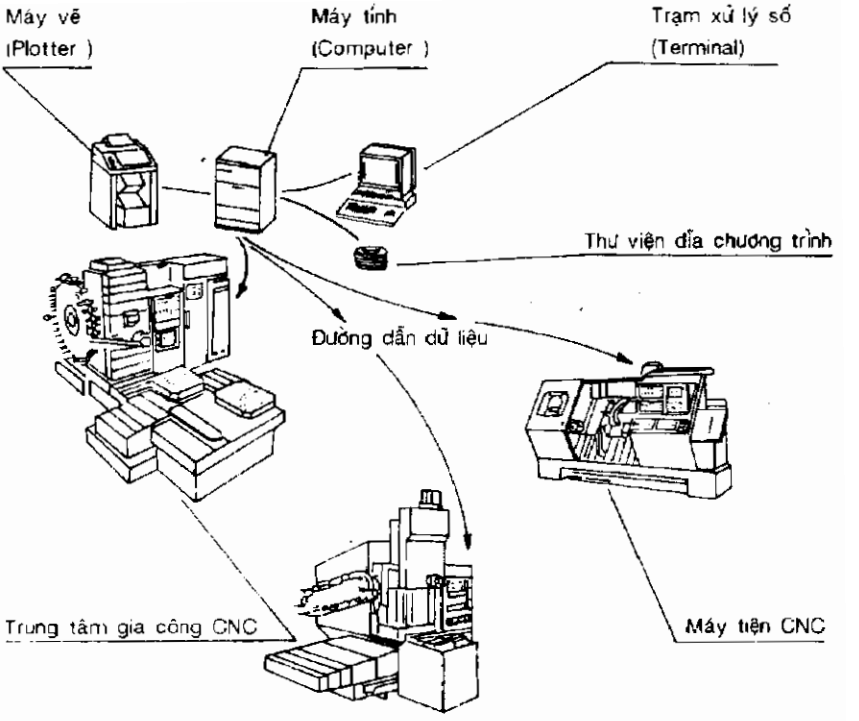
d. Việc ghi lại các chương trình trên vật mang tin có thể thực hiện với sự trợ giúp của một vị trí lập trình ngoại vi.

Khác với việc dùng vật mang tin, quá trình cấp lệnh bằng tay trực tiếp thực hiện trên máy được quan niệm là quá trình lập trình ngay tại phân xưởng. Nó là hình thức đắt nhất của các hệ thống lập trình.

1.9. Vận hành theo hệ DNC

Trong nguyên tắc vận hành DNC, các máy CNC được một thiết bị điện toán trung tâm cung cấp trực tiếp các chương trình gia công.

Các chương trình gia công được ghi nhớ trên các đĩa từ và được nạp vào máy điện toán trung tâm, từ đó nó có thể được truyền đi thông qua các đường dây chuyển tải dữ liệu đến các bộ nhớ nội tại của hệ CNC (hình 1-38). Ta gọi đó là dạng vận hành DNC (Direct Numericcal Control).



Hình 1-38. Máy CNC trong chế độ vận hành DNC

1.10. Hiệu chỉnh biên dạng - Lệnh G41/G42

Khi chỉnh sửa biên dạng, ta chỉ cần lập trình cho các tọa độ của các điểm trên chi tiết (kích thước trên bản vẽ).

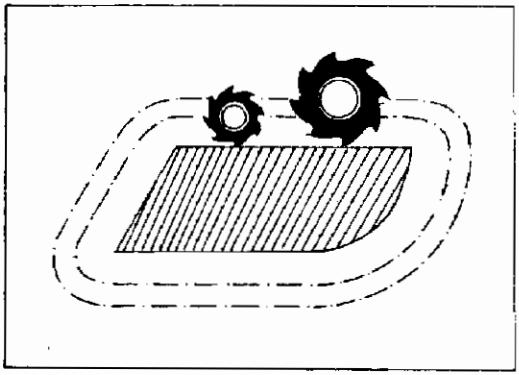
Hệ thống điều khiển biên dạng CNC sẽ tự tính toán biên dạng của tâm dao phay (khoảng cách tương ứng - hình 1-39) bằng cách nó sẽ tính đến mỗi điểm thuộc biên dạng độ lệch tương ứng của dao theo hướng trục X và trục Y (hình 1-40).

Ngoài việc lập trình được đơn giản, điều đó còn có ưu điểm là một chương trình gia công không bị lệ thuộc vào một bán kính dao phay chính xác.

Hệ thống điều khiển chỉ cần tới dữ liệu duy nhất là dao ở vị trí

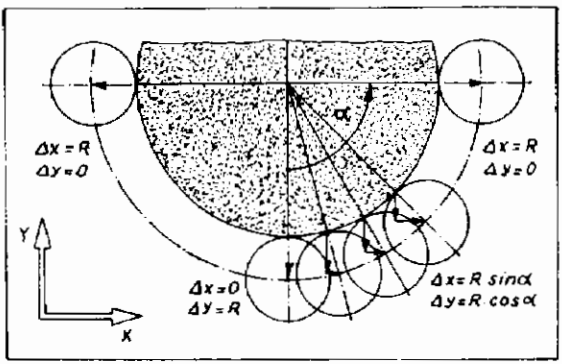
bên phải hay bên trái của biên dạng lập trình.

Dữ liệu bên phải hay bên trái luôn luôn xác định dựa trên chuyển động tương đối của dao và phụ thuộc vào biên dạng chi tiết gia công.



Hình 1-39. Khoảng cách tương ứng

Trong khi lệnh hiệu chỉnh biên dạng đang có hiệu lực, nghĩa là khoảng thời gian giữa lệnh gọi và lệnh dừng hiệu chỉnh biên dạng, chỉ cho phép các tọa độ của một mặt phẳng được lập trình.



Hình 1-40. Hiệu chỉnh theo X và Y

Các hoạt động điều chỉnh khác trong phạm vi của một hiệu chỉnh bán kính dao cũng được cho phép trong các hệ CNC mới. Trên máy Deckel FP2-NC với hệ thống điều khiển DIALOG 4 không cho phép có chuyển động chạy nhanh (G00) hoặc lệnh biến đổi số vòng quay trong lúc đang hiệu chỉnh biên dạng.

Điều kiện đường dịch chuyển để hiệu chỉnh dao có hiệu lực tác dụng kiểu MODAL (kéo dài cho tới khi có lệnh mới hay lệnh cũ bị xóa).

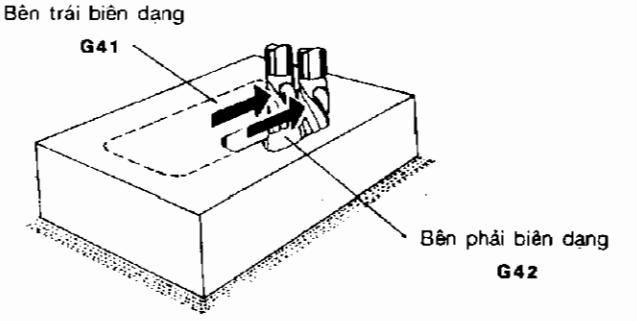
1.10.1. Gọi lệnh hiệu chỉnh biên dạng

Hệ thống điều khiển DIALOG đòi hỏi sau khi cấp và nhận các lệnh G41 hoặc G42 các từ lệnh xác định, chúng phải được bổ sung và tiếp nhận vào hệ điều khiển thông qua các phím bấm tiếp nhận.

G41 Gọi hiệu chỉnh biên dạng, dao làm việc phía trái biên dạng theo hướng cắt phay.

G42 Gọi hiệu chỉnh biên dạng, dao làm việc bên phải biên dạng theo hướng cắt phay (hình 1-41)

D Số hiệu chỉnh bán kính dao. Khi giá trị hiệu chỉnh bán kính dao đã được gọi với lệnh đổi dao T thì nhấn phím tiếp nhận.
(Xem thêm phần hiệu chỉnh dao D hoặc quản lý dao T).



Hình 1-41. Hiệu chỉnh dao phù hợp theo biên dạng

Lệnh tiến tới tiếp cận G45 / G46 / G47 (hình 1-42)

Các lệnh tiến tới tiếp cận xác định các dao cắt sau khi có lệnh gọi hiệu chỉnh dao sẽ tiến tới tiếp cận biên dạng cắt theo đường dịch chuyển nào.

Chúng loại bỏ khả năng các lưỡi cắt của dao phay ăn vào biên dạng.

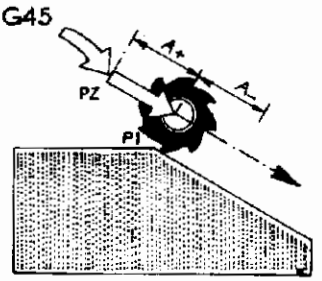
Nếu không có số liệu: dao sẽ được điều chỉnh ở điểm biên dạng thứ 1 (X, Y).

G45 Tiến tới tiếp cận theo đường song song.

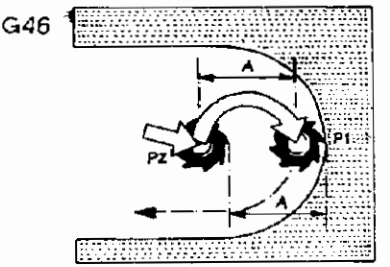
G46 Tiến tới tiếp cận theo nửa cung tròn.

G47 Tiến tới tiếp cận theo một phần tư cung tròn.

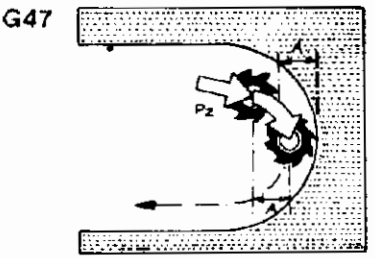
Tiếp cận theo
đường song song



Tiếp cận theo
1/2 cung tròn



Tiếp cận theo
1/4 cung tròn



Hình 1-42. Các cách tiếp cận biên dạng

A Khoảng cách đoạn tiến tới tiếp cận:

Với lệnh G45: khoảng cách giữa điểm đầu biên dạng (P1) và điểm xuất phát (PZ)

Với lệnh G46: đường kính của cung tròn đường tiếp cận (tối thiểu là 0,02 mm)

Với lệnh G47: bán kính của cung tròn đường tiếp cận (tối thiểu là 0,02 mm).

X Tọa độ thứ nhất của điểm biên dạng thứ nhất.

Y Tọa độ thứ hai của điểm biên dạng thứ nhất.

G0/G1:

Điều kiện đường dịch chuyển đoạn tiến tới tiếp cận, xác định dao cần đi tới điểm khởi đầu biên dạng (điểm thứ nhất của biên dạng).

G0 Chạy nhanh.

G1 Chạy dao trên một đường thẳng.

1.10.2. Đặc tính chạy trên biên dạng G60 / G61 / G64

Đặc tính chạy trên biên dạng chỉ rõ dao cắt sẽ tự thích ứng như thế nào trên biên dạng quá độ trong các chương trình gia công (đặc biệt là các vùng góc, phía trong - hình 1-43).

G60: Dao chạy theo biên dạng vùng góc bên trong, chạy thẳng vào góc và dừng tại đó một chút trước khi nó chạy tiếp.

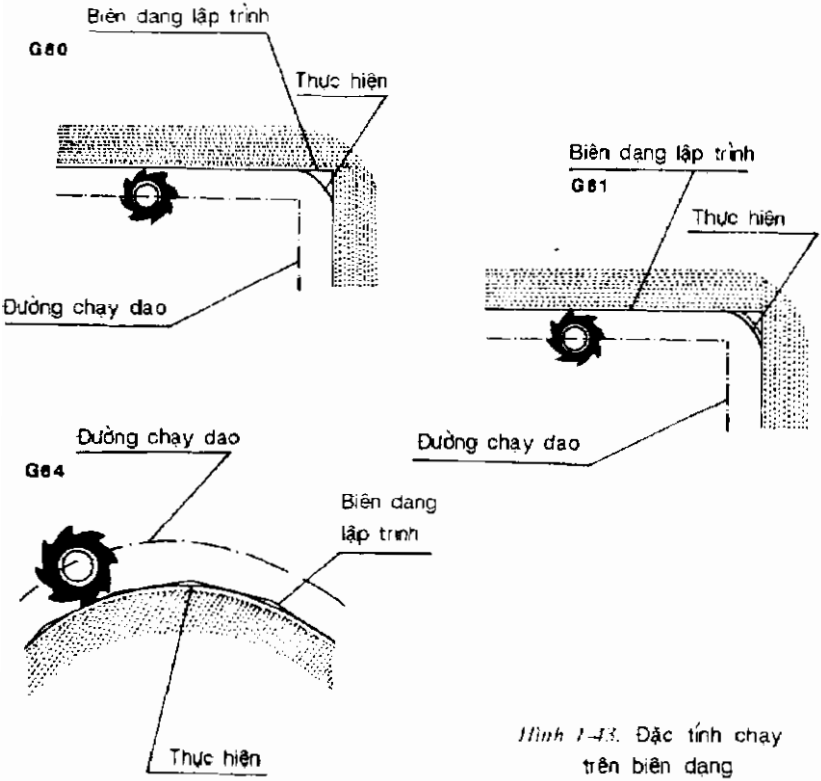
G60 dùng khi gia công tinh các góc bên trong theo kích thước.

G61: Dao chạy tới vùng góc bên trong theo một cung chuyển tiếp, để tránh hiện tượng cắt tự do vào vùng góc.

Bán kính của cung chuyển tiếp khi dùng dao có bán kính nhỏ hơn 4 mm vào khoảng 0,4 mm; nếu dùng dao có bán kính lớn hơn 4 mm thì tính lớn hơn 10% bán kính dao phay.

G61 cần được lập trình khi gia công thô các góc bên trong để tránh cho biên dạng gia công khỏi bị xâm phạm.

G64: Dao cắt chạy trên biên dạng quá độ phụ thuộc vào tốc độ cắt. Các bàn máy theo trục điều khiển không bị dừng giữa từng câu lệnh riêng biệt.



Hình 1-43. Đặc tính chạy trên biên dạng

1.10.3. Tối ưu hóa chạy dao M60 / M61 / M62 (hình 1-44)

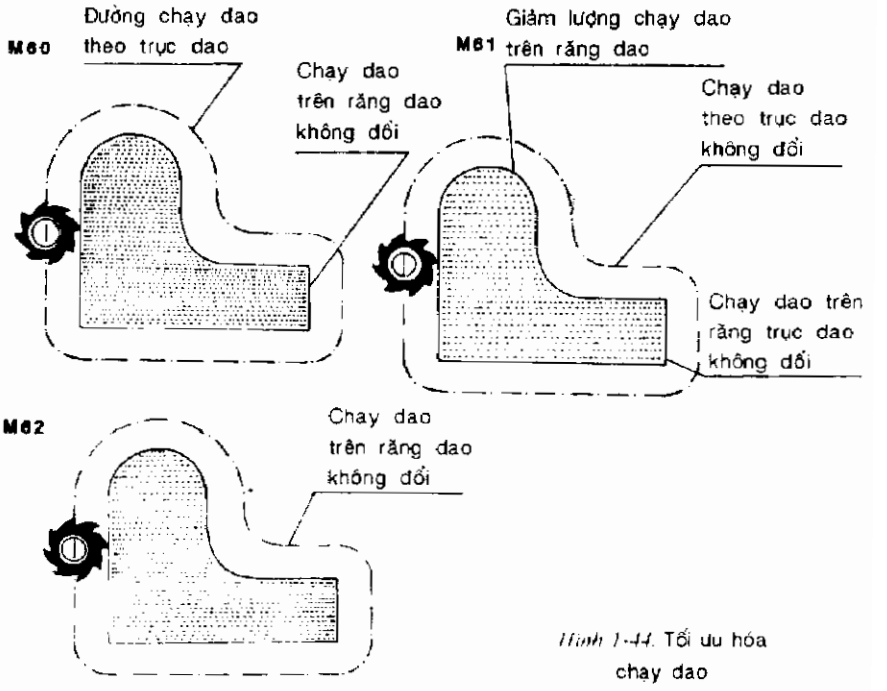
M60: Chạy dao không đổi trên toàn biên dạng.

Khi phay các góc bên trong, lượng chạy dao của trục mang dao sẽ được hạn chế, ngược lại khi phay các góc bên ngoài chúng lại được tăng lên, nhằm giữ cho tốc độ trên từng lưỡi cắt của dao không thay đổi. Điều đó phục vụ cho gia công tinh các biên dạng khi máy phay đặt không chạm vào nền móng máy.

M61: Lượng chạy dao không đổi trên biên dạng, tự động giảm bớt khi cắt ra góc ngoài.

Khi phay góc bên trong lượng chạy dao trên biên dạng được giữ không đổi, giống như lệnh M60. Tại vùng góc ngoài, lượng chạy dao trên trục dao được giữ không đổi, nghĩa là lượng chạy dao trên biên dạng được giảm bớt. Điều này phục vụ cho gia công tinh các biên dạng khi máy phay đặt chạm nền móng máy.

M62: Chạy dao không đổi trên trục dao



Hình 1-44. Tối ưu hóa chạy dao

Nạp dữ liệu - đối thoại

G41: Gọi hiệu chỉnh biên dạng, dao cắt ở bên trái biên dạng.

G42: Gọi hiệu chỉnh biên dạng, dao cắt ở bên phải biên dạng.

Hệ điều khiển đòi hỏi các dữ liệu:

D Bán kính dao - số hiệu chỉnh (nếu không cần thiết thì bấm nút nhận).

G4	Các chỉ dẫn chạy tới tiếp cận G45 46/G47
A	Khoảng cách chạy tới tiếp cận
X	Tọa độ biên dạng thứ nhất
Y	Tọa độ biên dạng thứ hai
G0	Điều kiện đường dịch chuyển khi chạy tới tiếp cận G0/G1
G6	Đặc tính chạy dao trên biên dạng G60/G61/G64
M6	Tối ưu hóa chạy dao M60/M61/M62.

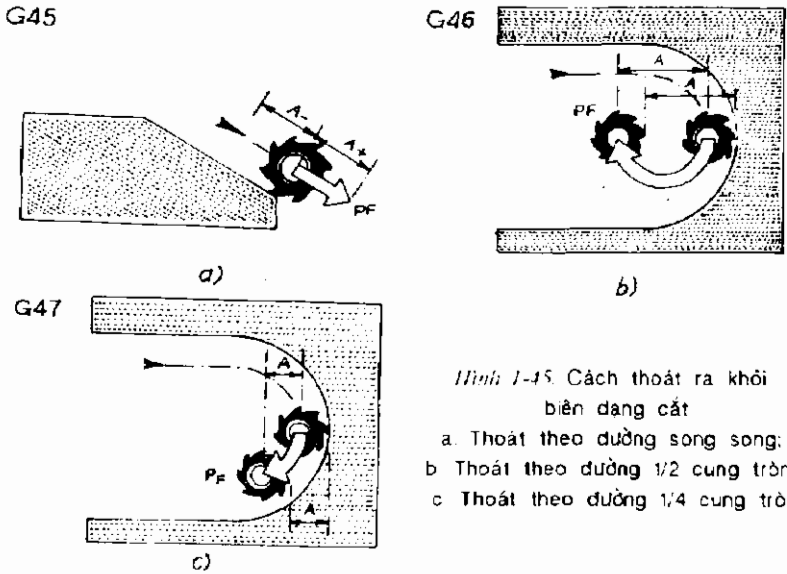
1.10.4. Xóa lệnh hiệu chỉnh biên dạng

Sau khi nạp lệnh G40 để xóa lệnh hiệu chỉnh biên dạng, hệ điều khiển còn đòi hỏi cả các từ lệnh khác cần nạp vào. Chúng phải được điền vào từng từ và thông qua ấn nút tiếp nhận mà nạp vào bộ điều khiển.

Các chỉ dẫn chạy thoát khỏi biên dạng G45/G46/G47 (hình 1-45).

Các chỉ dẫn chạy thoát khỏi xác định dao sẽ chạy thoát khỏi biên dạng theo đường dịch chuyển nào (khi không cần thiết thì ấn nút tiếp nhận).

G45:	Chạy thoát khỏi biên dạng theo đường song song.
G46:	Chạy thoát khỏi biên dạng theo nửa vòng cung tròn.
G47:	Chạy thoát khỏi biên dạng theo một phần tư cung tròn.
A	Khoảng cách chạy thoát khỏi biên dạng. Với lệnh G45 khoảng cách giữa điểm cuối cùng của biên dạng với điểm tự do (PF) cần đổi dấu phía trước hoặc có thể dùng A0. Với lệnh G46 đường kính của cung chạy thoát dao (tối thiểu là 0,02 mm). Với lệnh G47 bán kính của cung chạy thoát dao (tối thiểu là 0,02 mm).



Hình 1-45. Cách thoát ra khỏi biên dạng cắt
a. Thoát theo đường song song;
b. Thoát theo đường 1/2 cung tròn;
c. Thoát theo đường 1/4 cung tròn

Nạp dữ liệu - Đối thoại

G40 Xóa lệnh hiệu chỉnh biên dạng.

Hệ điều khiển còn đòi hỏi các lệnh:

G4 Chỉ dẫn đường chạy thoát khỏi biên dạng G45/G46/G47

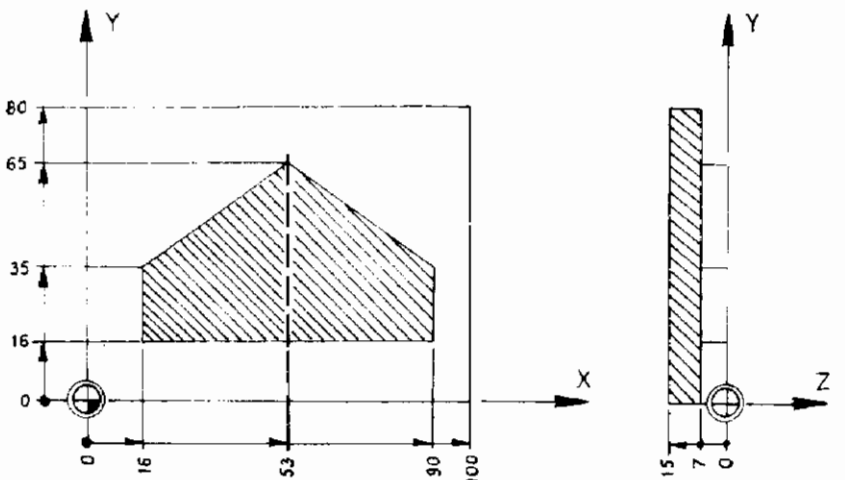
A Khoảng cách chạy thoát khỏi biên dạng.

Ví dụ

Dao phay trụ mặt đầu ∅ 40 mm (hình 1-46)

%1		Số hiệu chương trình
N1	G17 T1	Đổi dao, gọi các giá trị hiệu chỉnh dao, hiệu chỉnh chiều dài theo trục Z
N2	G0 X-5 Y-22 Z2 F500 S+1600	Chạy nhanh vào vị trí khởi xuất
N3	G0 Z-7	Chạy nhanh điều chỉnh đến Z-7

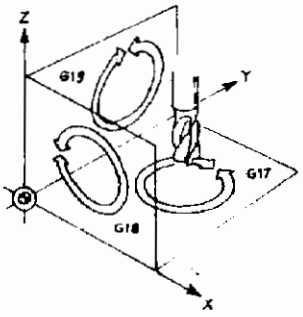
N4	G41 G45 A2 X16 Y16 G1 G60 M62		Gọi hiệu chỉnh biên dạng, dao cắt bên trái biên dạng theo hướng cắt phay.
N5	G1	Y35	Phay cắt biên dạng
N6	G1	X53 Y65	
N7	G1	X90 Y35	
N8	G1	Y16	
N9	G1	X16	
N10	G40	G45 A2	Xóa lệnh hiệu chỉnh biên dạng
N11	G0	Z2	Dao chạy nhanh thoát khỏi chi tiết
N12	G0	Y120 Z120 S0	Dao chạy nhanh tự do và trục chính dừng
N13	M30		Kết thúc chương trình với lệnh nhảy về đầu chương trình



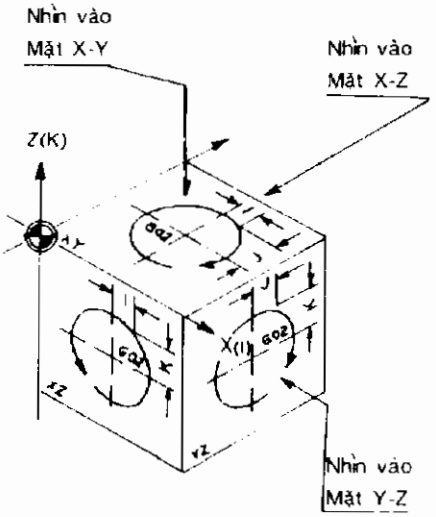
Hình 1-46. Chi tiết gia công với các kích thước đo tuyệt đối

1.11. Nội suy vòng G02 và G03 trong hệ tọa độ Đề các

Để tạo ra được một cung tròn, hai trục máy phải được dịch chuyển đồng thời theo một hàm số đường tròn. Cần chú ý rằng cung tròn này (hay là biên dạng gia công) phải nằm trong một mặt phẳng chính (hình 1-47 và 1-48).



Hình 1-47. Các mặt phẳng chính



Hình 1-48. Các hướng quan sát

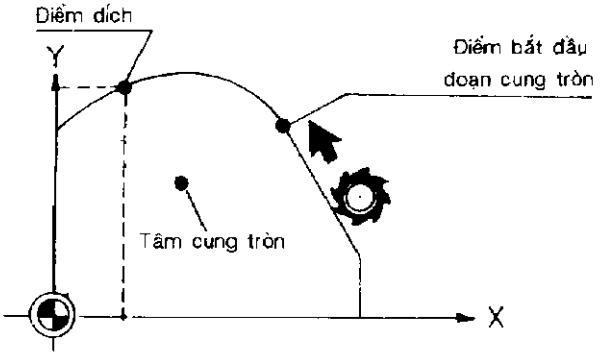
Hướng quan sát nằm trên trục tọa độ thứ ba (là trục thực hiện điều chỉnh chiều sâu cắt). Để xác định được chính xác cung tròn, hệ điều khiển của máy cần đến một số dữ liệu.

1. Với lệnh G02 (G2) theo chiều kim đồng hồ, hay lệnh G03 (G3) ngược chiều kim đồng hồ, hướng gia công sẽ được xác định.

Ở máy Deckel FP2-NC, dịch động cung tròn nhỏ nhất là 0,02 mm và lớn nhất là 16000 mm.

2. Khi gia công trên mặt X/Y, tọa độ điểm kết thúc trên trục X và Y (đo tuyệt đối) cần được đưa ra (hình 1-49).

- Nếu kích thước trên bản vẽ chưa phù hợp với điều khiển CNC, phải tính toán lại các tọa độ này. Nếu tính sai và khi lập trình đã đặt điểm đích lệch ra ngoài cung tròn thì trên màn hình sẽ báo lỗi số 95.



Hình 1-49. Các dữ liệu cần để xác định một đoạn cung tròn

- Sai lệch cho phép tối đa là 0,06 mm.

- Nếu cung tròn tính toán không đúng sẽ không được gia công, chi tiết không bị hỏng.

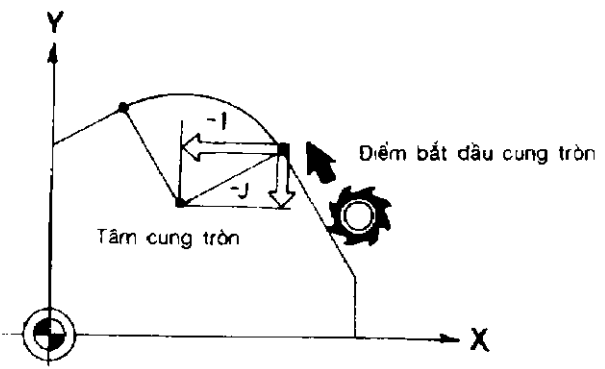
- Nếu cung nội suy là toàn vòng tròn thì điểm kết thúc nội suy không cần được lập trình, vì nó chính là điểm bắt đầu nội suy.

3. Các thông số nội suy I, J, K là tọa độ của tâm cung tròn kể từ điểm bắt đầu biên dạng cung tròn (hình 1-50).

- Dữ liệu đo luôn luôn từ điểm bắt đầu cung tròn đến tâm cung tròn.

- Luôn luôn là đường vuông góc, không bao giờ là đường chéo.

- Không lệ thuộc các giá trị



Hình 1-50. Thông số nội suy I, J, K

tọa độ của điểm kết thúc cung tròn có được lập trình trong lệnh G90 hay G91, ta luôn khai báo giá trị tọa độ của tâm cung tròn trong chuỗi đo.

- Các thông số nội suy xác định vị trí của tâm vòng tròn theo từng trục riêng lẻ.

I - tọa độ tâm đo theo trục X;

J - tọa độ tâm đo theo trục Y;

K - tọa độ tâm đo theo trục Z;

Chú ý: Trong phần chương trình, trước khi nội suy vòng ta phải lập trình đầy đủ:

- Số vòng quay trục chính (trong hệ tọa độ Đề các)
- Số vòng quay trục chính và lượng chạy dao (trong hệ tọa độ cực).

Nếu không có tác động của số vòng quay trục chính và lượng chạy dao thì hệ điều khiển không thực hiện các lệnh G2/G3.

Nạp dữ liệu - đối thoại

Hệ điều khiển đòi hỏi sau khi nạp vào và chấp nhận các giá trị G02 (G2) hoặc G03 (G3) các địa chỉ liệt kê. Chúng cần được bổ sung và ấn nút "tiếp nhận" để đưa vào hệ điều khiển.

G02	Nội suy vòng tròn theo chiều kim đồng hồ;
G03	Nội suy vòng tròn ngược chiều kim đồng hồ

Hệ điều khiển còn đòi hỏi:

F	Lượng chạy dao (khi cần, ấn nút "tiếp nhận")
X, (Y) (X)	Tọa độ thứ nhất của điểm đích = điểm kết thúc đường cong thứ nhất = Kích thước tuyệt đối). Nếu nội suy toàn vòng có thể ấn nút "tiếp nhận", sẽ hiển thị ngay câu hỏi về tọa độ tâm cung tròn.
Y, (Z) (Z)	Tọa độ thứ hai của điểm đích
I, (J) (I)	Tọa độ thứ nhất của tâm cung tròn
J (K) (K)	Tọa độ thứ hai của tâm cung tròn

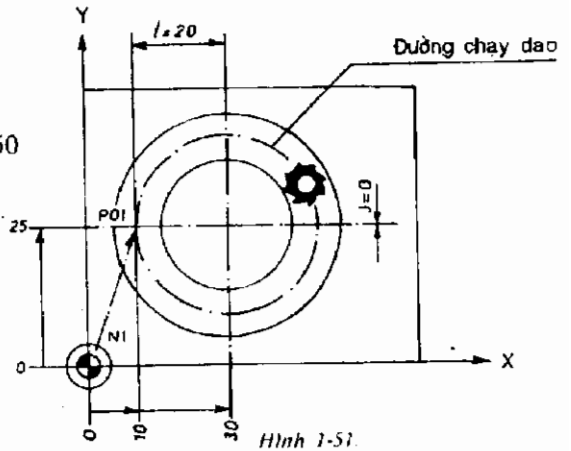
Z1Y1 Tọa độ cho chuyển động dịch chỉnh chiều sâu cắt. Khi cần, ấn nút "tiếp nhận".

Dưới đây là hai ví dụ cho nội suy vòng

Ví dụ 1

(hình 1-51)

```
G17 T1
G00 X10 Y25 Z2 S+3150
G01 Z-5 F120
G02 F250 I20 J0
G00 Z2
G00 Y100 Z100
M30
```

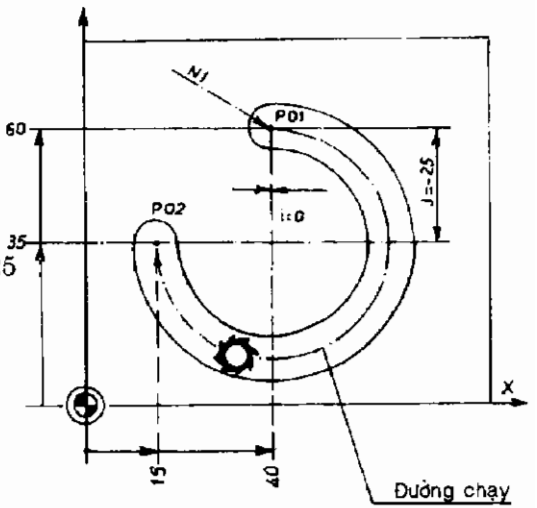


Hình 1-51

Ví dụ 2:

(hình 1-52)

```
G17 T1
G00 X40 Y60 Z2 S+3150
G01 Z-10 F120
G02 F250 X15 Y35 I0 J-25
G00 Z2
G00 Y100 Z100
M30
```

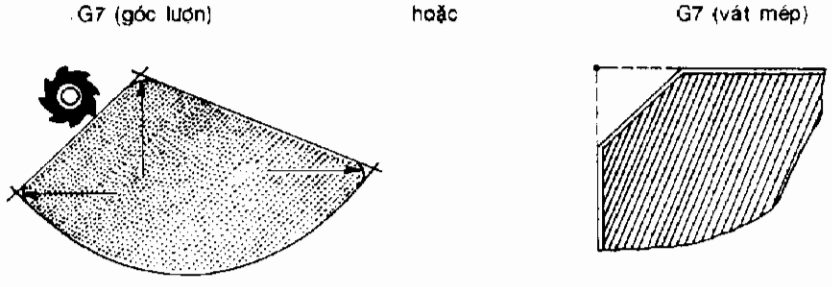


Hình 1-52. Chi tiết gia công

1.12. Các yếu tố chuyển tiếp G7/G8

Sau khi gọi lệnh hiệu chỉnh biên dạng, trên máy phay của hãng DECKEL có thể lập trình cho các yếu tố chuyển tiếp.

Ta chỉ cần lập trình cho điểm cắt bởi hai bề mặt bằng hai lệnh trong câu chương trình có liên quan tới góc lượn hoặc vát mép như ở hình 1-53.



Hình 1-53.

Khi sử dụng các yếu tố chuyển tiếp cũng phải chú ý một số điểm:

- Như trên đã nêu, chỉ lập trình được trong phạm vi một lệnh hiệu chỉnh biên dạng.
- Hai bề mặt có một điểm cắt chung.
- Các bề mặt phải lớn hơn bản thân yếu tố chuyển tiếp.
- Cung chuyển G7 được đặt tiếp tuyến (Tiếp tuyến = không gẫy khúc, không nhìn thấy bờ cạnh).
- Sau khi gọi lệnh hiệu chỉnh biên dạng và trước khi xóa lệnh G41 hay lệnh G42 cũng chưa thể lập trình ngay cho một yếu tố chuyển tiếp. Muốn lập trình cho một yếu tố chuyển tiếp, buộc phải tồn tại một trong số chuyển động G1/G2 hoặc G3 sau khi gọi và trước khi xóa lệnh hiệu chỉnh biên dạng.

Ví dụ

N05 G41/42 G45 A2 X5 Y5 G01 G60 M62

N06 G01/2/3

N07 G7/G8 R10

⋮

N20 G7/G8 R5

N21 G01/2/3

N22 G40 G45 A2

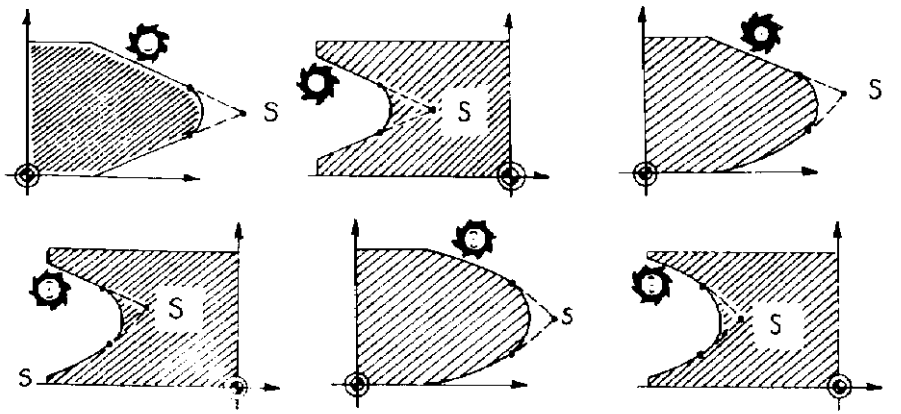
- G8 chỉ có thể lập trình giữa hai đoạn thẳng.
- G8 chỉ vận dụng được ở chuyển tiếp ngoài.

Nạp dữ liệu - đối thoại

	G7	Góc lượn
Hệ điều khiển còn đòi hỏi:	R	Bán kính góc lượn (R tối thiểu 0,02 mm).

Một biên dạng có thể có góc lượn tại điểm giao nhau giữa:

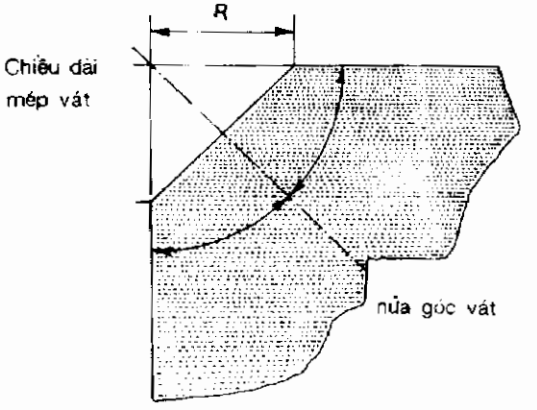
- hai đường thẳng.
- một đường thẳng và một cung tròn.
- hai cung tròn (xem hình 1-54).



Hình 1-54. Chuyển tiếp bằng góc lượn

G8 Vát mép

Hệ điều khiển còn đòi hỏi: R Chiều dài mép vát (R tối thiểu 0,02mm). Xem hình 1-55.



Hình 1-55

Chú ý: Vị trí của vát dưới một góc vát xác định là không thể được.

Hệ điều khiển sẽ nội suy giữa hai đường thẳng và đặt mép vát vào vị trí góc vát giữa hai bề mặt trên biên dạng.

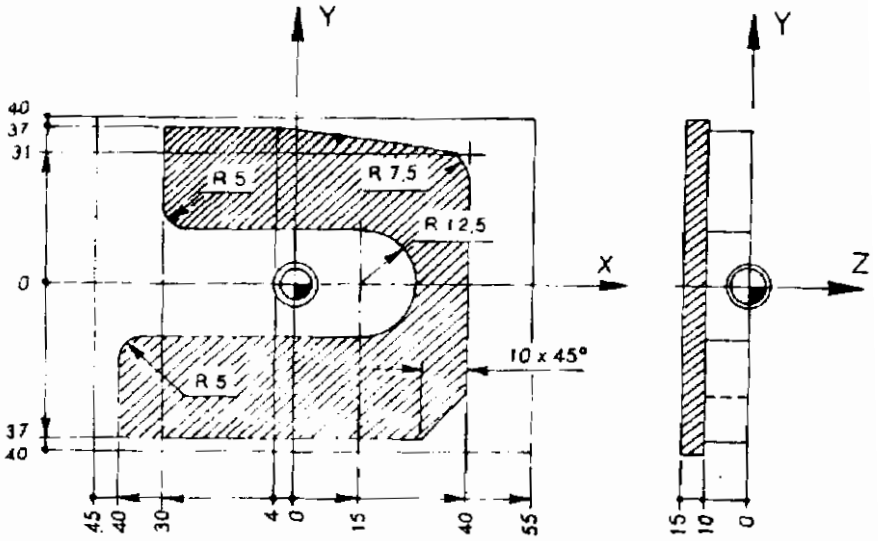
Mép vát luôn luôn có hai nửa góc vát bằng nhau giữa hai bề mặt.

Ví dụ

Dao phay Ø16 mm (hình 1-56).

```
N01 G17 T1
N02 G00 X-40 Y-50 Z2 S+2000 M08
N03 G00 Z-10 F200
N04 G42 G45 A2 X-40 Y-37 G01 G60 M62
N05 G01 X40
N06 G08 R10
N07 G01 Y31
N08 G07 R7.5
```

N09 G01 X-4 Y37
N10 G01 X-30
N11 G01 Y12.5
N12 G07 R5
N13 G01 X15
N14 G02 X15 Y-12.5 I0 J-12.5
N15 G01 X-40
N16 G07 R5
N17 G01 Y-37
N18 G40 G45 A2
N19 G00 Z2 M09
N20 G00 Y100 Z100
N21 M30



Hình 1-56 Chi tiết gia công

1. CÁC CHỨC NĂNG "G" - ĐIỀU KIỆN ĐƯỜNG DỊCH CHUYỂN

G0	#	Chạy nhanh, không nội suy
G1	*	Nội suy thẳng (nội suy tuyến tính)
G2	#	Nội suy vòng theo chiều kim đồng hồ (nội suy phi tuyến)
G3	#	Nội suy vòng ngược chiều kim đồng hồ
G4F	#	Thời gian duy trì (F.. phải theo)
G7	#	Vê tròn góc
G8	#	Vát mép
G9	#	Dùng tọa độ cực
G17	*	Mặt làm việc XY
G18	*	Mặt làm việc XZ
G19*1	*	Mặt làm việc YZ, trục điều chỉnh phụ X+
G19*2	*	Mặt làm việc YZ, trục điều chỉnh X–
G40	*	Xóa lượng chỉnh sửa biên dạng
G41	*	Gọi lượng chỉnh sửa biên dạng, dao cắt ở bên trái biên dạng
G42	*	Gọi lượng chỉnh sửa biên dạng, dao cắt ở bên phải biên dạng
G45	#	Đi tới tiếp cận và thoát khỏi biên dạng song song
G46	#	Đi tới tiếp cận và thoát khỏi biên dạng 1/2 cung tròn
G47	#	Đi tới tiếp cận và thoát khỏi biên dạng 1/4 cung tròn
G52	#	Đi tới điểm chuẩn (gốc O của hệ tọa độ máy)
G53	*	Xóa lệnh dịch chuyển điểm 0
G54	*	Đưa vào giá trị thực
G55	*	Dịch chuyển và quay hệ tọa độ (cộng thêm)

G56	*	Dịch chuyển và quay hệ tọa độ (tuyệt đối)
G60	*	Dừng chính xác tại góc trong, thuộc phạm vi lượng chỉnh sửa biên dạng
G61	*	Tự động tăng bán kính ở góc trong
G64	*	Chạy liên tục (biên dạng trơn, bên ngoài)
G90	*	Đo tuyệt đối
G91	*	Đo theo chuỗi (đo tương đối)
G71	#	Phay khoét vuông góc (cắt thô, phay nghịch)
G72	#	Phay khoét vuông góc (cắt thô, phay thuận và phay nghịch)
G72*1	#	Phay khoét vuông góc với bán kính góc chuyển tiếp lập trình được (cắt thô, phay thuận và phay nghịch)
G73	#	Phay khoét vuông góc (cắt tinh đến kích thước hoàn thiện, cắt liên tục)
G74	#	Phay khoét vuông góc (cắt tinh đến kích thước hoàn thiện có dừng lại giữa chừng)
G75	#	Phay nút chốt
G76	#	Phay khoét cung tròn
G77	#	Phay ren ngoài
G78	#	Phay ren trong
G79	*	Phay khoét theo biên dạng, hiệu lực tác dụng cho đến khi có lệnh M78 hoặc M79
G81	#	Khoan
G82	#	Khoan với mũi khoan có bẻ phoi
G83	#	Khoan lỗ sâu
G84	#	Khoan ren
G85	#	Doa
G86	#	Tiện rỗng (có hỏi dao khi trục chính dừng)
G87	#	Điểm lấy mốc
G88	#	Phay tạo hình trên phần cung tròn

= Tác dụng theo câu lệnh * = Tác dụng thức MODAL
X, Y, Z = Các giá trị tọa độ tương ứng X, Y, Z.

2. CÁC CHỨC NĂNG "M" - CHỨC NĂNG ĐÓNG MẠCH VÀ CÁC CHỨC NĂNG PHỤ

M0	**	Dừng chương trình
M2	**	Kết thúc chương trình
M7	#	Xung bôi trơn
M8	*	Bơm dung dịch trơn nguội
M9	*	Dừng bơm dung dịch trơn nguội
M10	*	Đóng kẹp trên tất cả các trục
M11	*	Mở kẹp trên tất cả các trục (= điều chỉnh vị trí)
M30	**	Kết thúc chương trình, nhảy về bắt đầu chương trình
M60	*	Chạy dao không đổi trên mọi lưỡi cắt và trên toàn biên dạng
M61	*	Chạy dao không đổi trên mọi lưỡi cắt và trên toàn biên dạng ở góc bên trong và chạy chậm dần tiếp cận với góc bên ngoài
M62	*	Chạy dao không đổi trên biên dạng tâm dao phay (trục dao)
M70	#	Câu lệnh được đọc qua và chỉ được xử lý sau khi gọi lệnh chỉnh sửa biên dạng
M71	#	Dữ liệu góc gia số
M72	#	Dữ liệu góc tuyệt đối
M78	#	Kết thúc khoét biên dạng với điều chỉnh ở chiều sâu cắt cuối cùng
M79	#	Kết thúc khoét biên dạng có hồi dao về mặt phẳng hồi dao
M80	*	Xóa lệnh gia công kiểu gương ảnh (đối xứng)
M81	*	Gia công kiểu gương ảnh (thay đổi dấu phía trước Y và J)
M83	*	Gia công kiểu gương ảnh (thay đổi dấu phía trước Z và K)
M84	*	Gia công kiểu gương ảnh (thay đổi dấu phía trước X, I và Y,J)
M85	*	Gia công kiểu gương ảnh (thay đổi dấu phía trước X,I và Z,K)
M86	*	Gia công kiểu gương ảnh (thay đổi dấu phía trước Y,J và Z,K)

Ghi chú:

: Tác dụng theo câu lệnh * : Tác dụng thức MODAL

** : Tác dụng theo câu lệnh bắt đầu từ dấu kết thúc câu

3. CÁC ĐỊA CHỈ

% 123456	Số hiệu chương trình
% 0*1234	Số hiệu chương trình lớn
%123..*1234	Số hiệu chương trình con trong một chương trình tổng thể
A	Khoảng cách chạy tới tiếp cận và thoát khỏi, khoảng cách tính theo tọa độ cực
C	Góc quay của trục C (bàn quay)
D	Số hiệu chỉnh dao
F	Chuyển động chạy dao
G	Điều kiện đường dịch chuyển
I	Tọa độ tâm cung tròn trên trục X, Tọa độ cực trên trục X trong hệ tọa độ cực
J	Tọa độ tâm cung tròn trên trục Y, Tọa độ cực trên trục Y trong hệ tọa độ cực
K	Tọa độ tâm cung tròn trên trục Z, Tọa độ cực trên trục Z trong hệ tọa độ cực
LO N..	Chỉ thị nhảy vào lệnh số...
L..N..	Lặp lại phần chương trình cho một câu lệnh số...
L..N..N	Lặp lại phần chương trình từ câu lệnh số... đến câu . lệnh số ...
L..%*	Lặp lại phần chương trình của một chương trình con
L..%O*	Lặp lại phần chương trình của một chương trình lớn
M	Các chức năng đóng mạch và chức năng phụ
N	Số câu lệnh
N*	Số câu lệnh của chương trình con, xác định điểm trong lệnh G87 và G88
P..	Thông số
R	Bán kính vê tròn, chiều dài mép vát, bán kính phần cung tròn

S	Số vòng quay trục chính
T1234	Đổi dao, gọi chỉnh dao
T..*2	Dao có chỉnh sửa (ví dụ gia công với một lượng dư đã lập trình)
T0	Ngắt mạch chỉnh dao
T*	Đóng trở lại mạch chỉnh dao
W	Số đo góc.

4. MỘT VÀI BÀI TẬP VÀ ĐÁP ÁN

Bài tập 1

Phay biên dạng trình bày trong hình dưới đây, điểm bắt đầu của rãnh phay có tọa độ X-28,5 và Y20

Vật liệu: Al; Cu; Mg; Pb

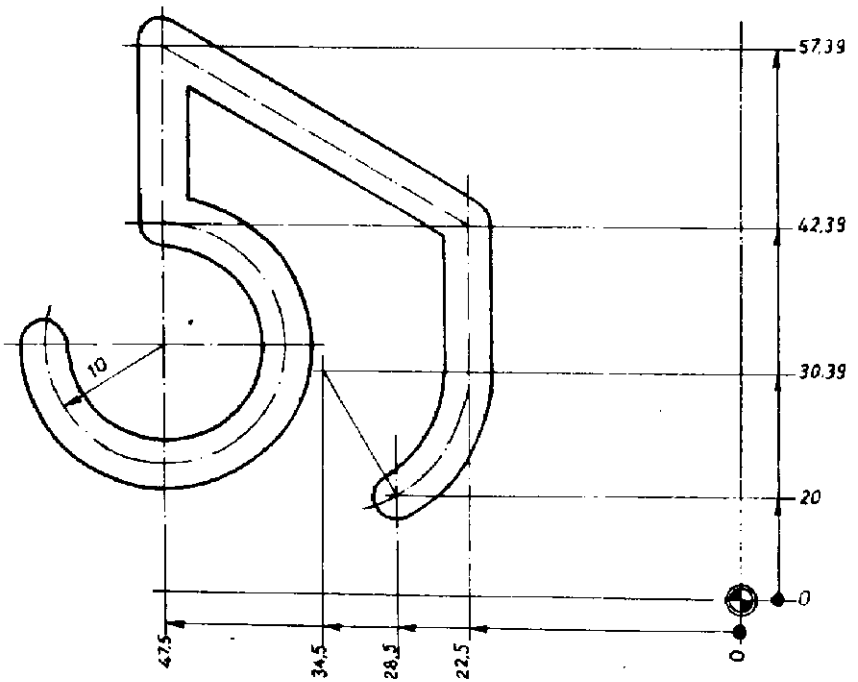
Chiều sâu phay: 4 mm

Đường kính dao phay: 5 mm

Số vòng quay trục chính: 3150 vòng/phút.

Lượng chạy dao ăn sâu: 60 mm/phút

Lượng chạy dao cắt rãnh: 120 mm/phút



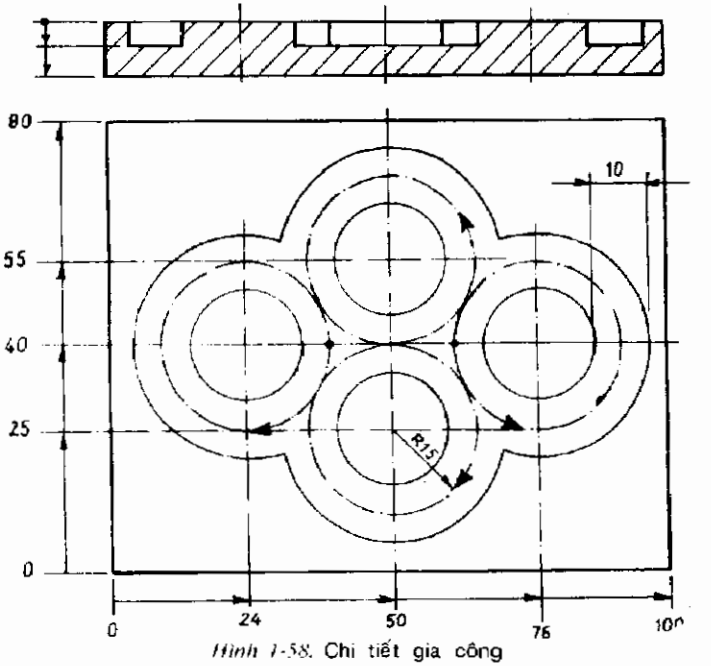
Hình 1-57. Chi tiết gia công

Chương trình cơ bản:

N1 G17 T1
N2 G0 X-28,5 Y20 Z2 S+3150
N3 Z-4 F60 M8
N4 G3 F120 X22,5 Y30,39 I-6 J10,39 Z-1
N5 Y42,39 Z-5
N6 X-47,5 Y57,39 Z-2
N7 Y42,39 Z-6
N8 G2 X-57,5 Y32,39 I0 J-10 Z-1
N9 Z2 M9
N10 G0 Y100 Z100
N11 M30

Bài tập 2

Lập trình phay rãnh có biên dạng như ở hình 1-58 dưới đây.



Hình 1-58. Chi tiết gia công

Chương trình cơ bản:

N1 G17 T1
N2 G0 X39 Y40 Z2 S+3150
N3 Z-4 F126 M8
N4 G2 F252 I-15 J0
N5 X50
N6 G3 F252 I0 J15
N7 G2 F252 I0 J-15
N8 X61
N9 G3 F252 I15 J0
N10 G0 Z2 M9
N11 G0 Y100 Z100
N12 M30

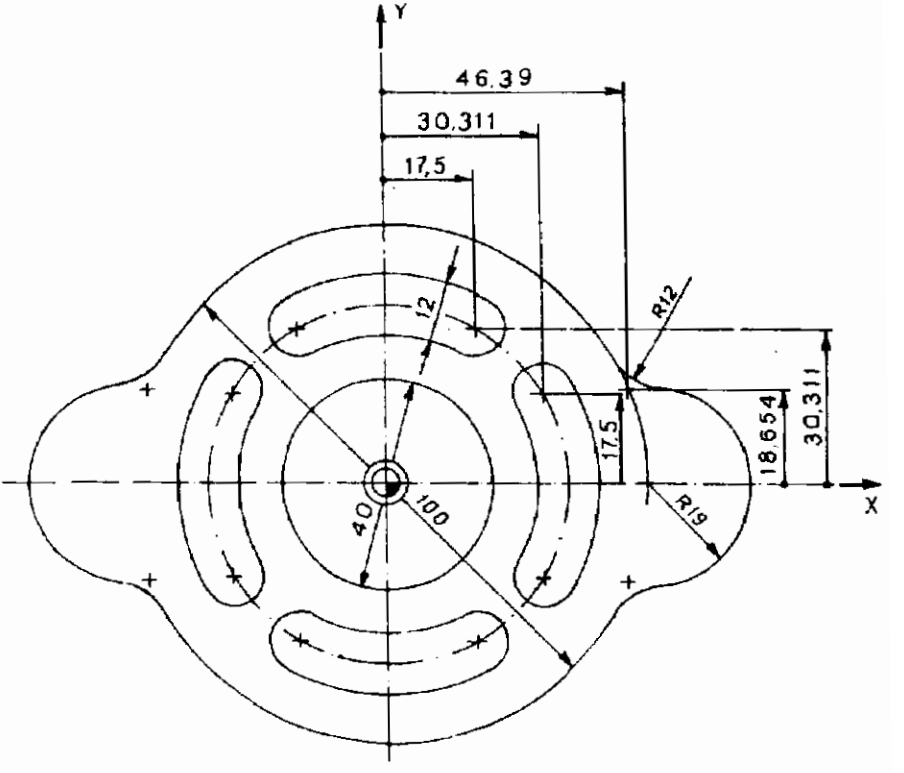
Bài tập 3

Lập trình phay biên dạng rãnh trên chi tiết cho trên hình 1-59.

Chương trình cơ bản:

N1 G17 T1
N2 G0 X0 Y0 Z2 S+1600
N3 Z-3 F60 M8
N4 F120
N5 G42 G47 A+2 X0 Y-20 G1 G60 M62
N6 G2 I0 J20
N7 G40 G47 A+
N8 G0 Z2
N9 G0 X17,5 Y-30,311
N10 Z-3
N11 G2 X-17,5 Y-30,311 I-17,5 J30,311
N12 G0 Z2
N13 G0 X-30,311 Y-17,5
N14 Z-3
N15 G2 X-30,311 Y17,5 I30,311 J17,5
N16 G0 Z2

N17 G0 X-17,5 Y30,311
N18 Z-3
N19 G2 X17,5 Y30,311 I17,5 J-30,311
N20 G0 Z2
N21 G0 X30,311 Y17,5
N22 Z-3
N23 G2 X30,311 Y-17,5 I-30,311 J-17,5
N24 G0 Z2
N25 G0 X0 Y-60
N26 Z-3
N27 G42 G47 A+2 X0 Y-50 G1 G60 M62



Hình 1-59. Chi tiết gia công

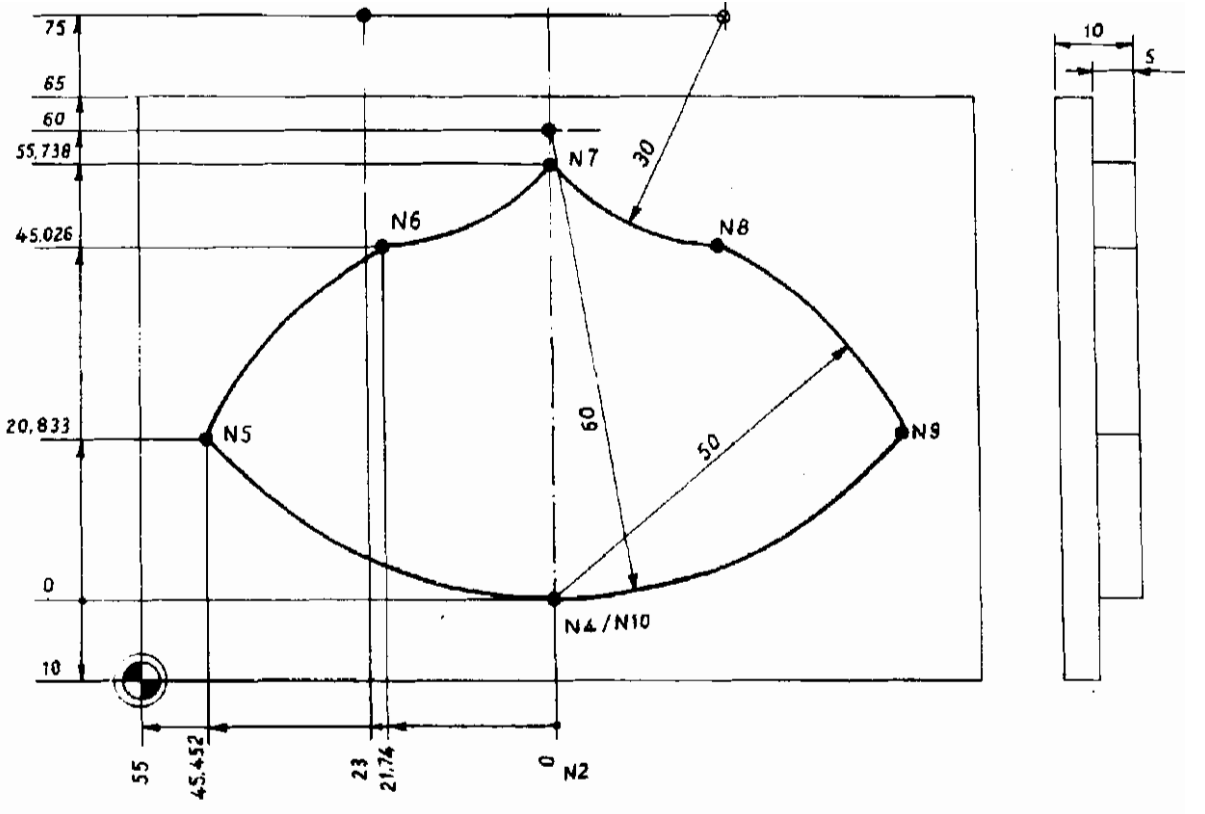
N28 G3 X46,39 Y-18,654 I0 J50
N29 G7 R12
N30 G3 X46,39 Y18,654 I3,61 J18,654
N31 G7 R12
N32 G3 X-46,39 Y18,654 I-46,39 J-18,654
N33 G7 R12
N34 G3 X-46,39 Y-18,654 I-3,61 J-18,654
N35 G7 R12
N36 G3 X0 Y-50 I46,39 J18,654
N37 G40 G47 A+2
N38 G0 Z2 M9
N39 G0 Y100 Z100
N40 M30

Bài tập 4

Lập trình gia công phay chi tiết (hình 1-60) dưới đây:

Chương trình cơ bản:

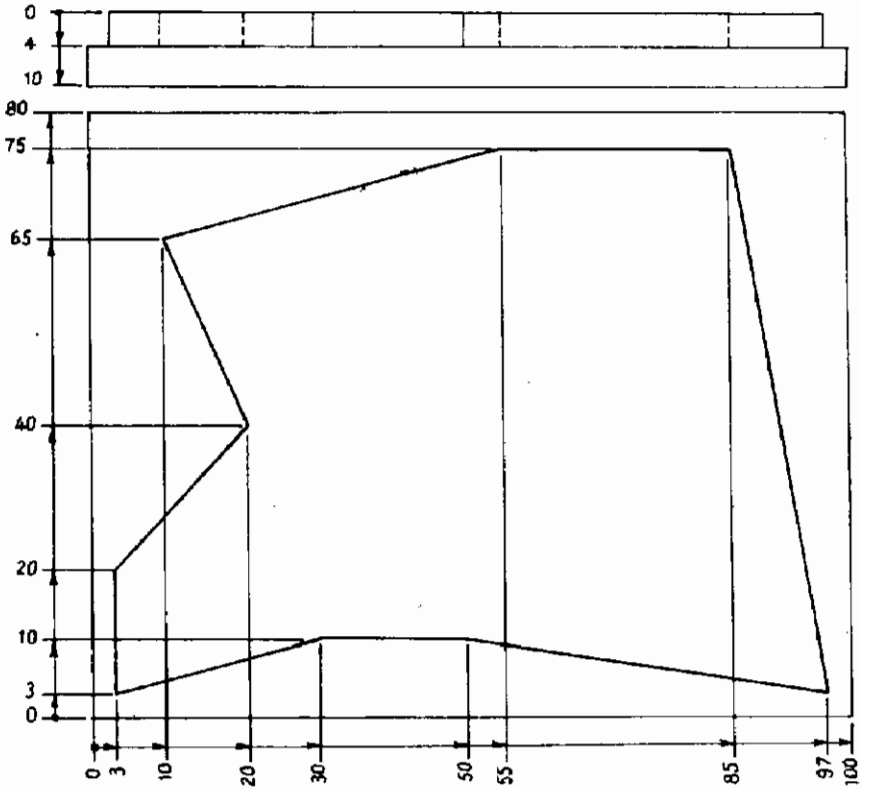
N1 G17 T1
N2 G0 X0 Y-31 Z2 S+800
N3 Z-5 F480 M8
N4 G42 G47 A+2 X0 Y0 G1 G60 M62
N5 G3 X45,452 Y20,833 I0 J60
N6 G3 X-21,74 Y45,026 I-45,452 J-20,833
N7 G2 X0 Y55,738 I1,26 J29,974
N8 G2 X-21,74 Y45,026 I-23 J19,262
N9 G3 X-45,452 Y20,833 I21,74 J-45,026
N10 G3 X0 Y0 I45,452 J39,167
N11 G40 G47 A+2
N12 G0 Z2 M9
N13 G0 Y100 Z100
N14 M30



Hình 1-60. Chi tiết gia công

Bài tập 5

Lập trình gia công biên dạng như hình 1-61 dưới đây:



Hình 1-61. Chi tiết gia công

Chương trình cơ bản:

N1	G17 T1	N9	X10 Y65
N2	G0 X3 Y3 Z2	N10	X20 Y40
N3	Z-1 F500 S0	N11	X3 Y20
N4	X30 Y10	N12	Y3
N5	X50	N13	G0 Z2
N6	X97 Y3	N14	G0 Y100 Z100
N7	X85 Y75	N15	M30
N8	X55		

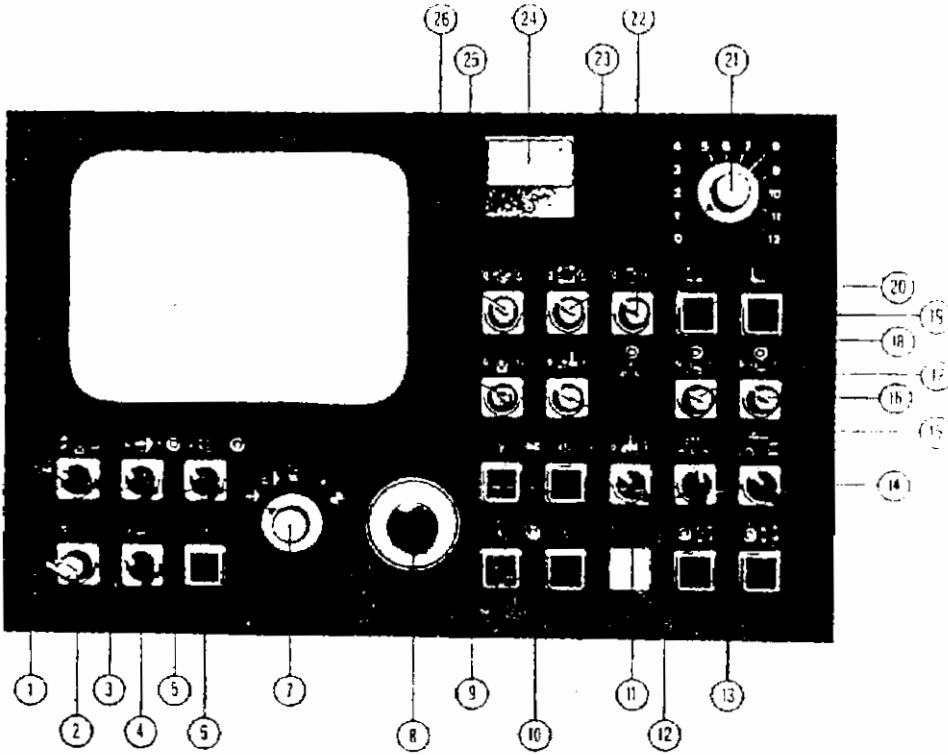
Phần thứ hai

MÁY TIỆN ĐIỀU KHIỂN THEO CHƯƠNG TRÌNH SỐ

2.1. Những đặc điểm cơ bản

2.1.1. Giới thiệu bảng điều khiển của máy tiện CNC hệ thống Traub system TX8

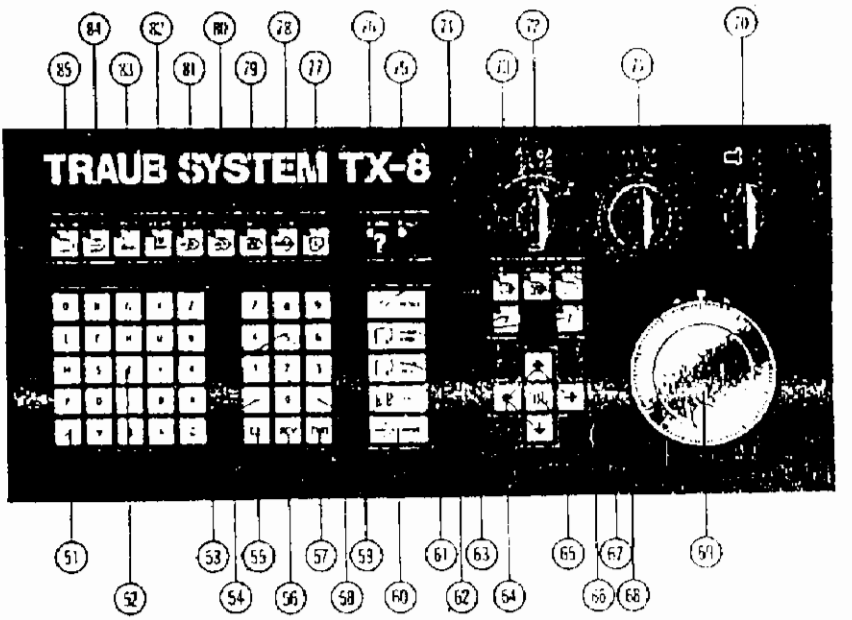
Bảng điều khiển và màn hình (hình 2-1).



Hình 2-1 Bảng điều khiển và màn hình máy tiện CNC hệ thống TRAUB SYSTEM TX8 (xem chú thích hình ở trang sau)

1. Công tắc lựa chọn điều khiển
2. Giải tỏa bộ nhớ
3. Đóng/ngắt gia công theo
từng câu lệnh riêng lẻ
4. Công tắc lặp lại (cho FHS)
5. Đóng/ngắt hiển thị câu lệnh
6. Công tắc điều khiển hai tay với 13
7. Công tắc lựa chọn dạng vận hành
8. Công tắc an toàn khẩn cấp
9. Đóng/ngắt hệ điều khiển
10. Đóng/ngắt truyền động
11. Đóng / ngắt bơm dung dịch trơn nguội
12. Đóng/ngắt cơ cấu thu gom phoi
13. Khởi động/dừng chương trình
14. Đổi mạch cho công tắc chân
15. Đóng/ngắt chạy dao dọc thanh răng
16. Đóng/ngắt nòng trục ụ động
17. Đóng/ngắt luynét
18. Đèn báo áp suất kẹp phôi
19. Các công tắc lựa chọn và
20. khởi động các chức năng
21. FHS, DN và thiết bị phân loại
22. Đóng/ngắt vận hành bằng tay
23. Đóng/ngắt vận hành chu trình tự động
24. Chỉ thị mức tải trọng
25. Đóng/ngắt điện áp điều khiển
26. Đóng/ngắt FHS.

Bàn phím lập trình trên máy (hình 2-2).



Hình 2-2. Bàn phím lập trình trên máy, hệ thống TRAUB SYSTEM TX8
(xem chú thích hình ở trang sau)

51. Gạch chéo
52. Các phím chữ cái
53. Các phím chữ số
54. Dấu âm (-)
55. Phím xóa
56. Lùi con trỏ
57. Tiến con trỏ
58. Điểm phần lẻ thập phân
59. Phím ATC
60. Phím vào dữ liệu (INPUT)
61. Ảnh trên màn hình lùi về phía sau
62. Ảnh trên màn hình tiến về phía trước
63. Lựa chọn chiều quay vôlăng điều khiển
64. Chạy các bàn dao ngang
65. Chạy nhanh chuyển động điều chỉnh
66. Đèn báo điểm chuẩn
67. Chạy thử
68. và 67 Chạy thử không có chuyển động của các trục
69. Tay quay
70. Thay đổi số vòng quay trục chính
71. Thay đổi tốc độ chạy dao
72. Thay đổi tốc độ chạy nhanh
73. Đóng/ngắt dừng chương trình (M01)
74. Phím lùi câu lệnh
75. Đèn báo sẵn sàng hoạt động
76. Đèn báo động
77. đến 85. Phím chọn dạng vận hành

2.1.2. Các câu lệnh của một chương trình tiện điển hình

G59 X...Z...M (M41)	Dịch chuyển điểm không và khoảng truyền động
G92 P...(max) Q...(min)	Giới hạn số vòng quay
G26	Chạy tới điểm đổi dao
N1 T101 M03	Gọi dao và chiều quay trục chính
G96 V...	Tốc độ cắt không đổi
G00 X...Z...	Định vị dao
G01 X...F...	Tiện mặt đầu và lượng chạy dao
G00 Z...	Dao chạy không cắt
G71 P...Q...	Chu kỳ tiện thô dọc trục
G26	Chạy tới điểm đổi dao
N2 T202 M03	Gọi dao và chiều quay trục chính
G96 V...	Tốc độ cắt không đổi
G00 X...Z...	Định vị dao
G02 X...Z...R...	Các câu lệnh cho gia công trước
G00 Z...	Biên dạng mô tả
G02 X... Z...R...	Các câu lệnh cho gia công trước
N...	Số câu lệnh bắt đầu biên dạng cắt

G46	Gọi phần bù bán kính đầu dao
G00	
G00	
-	
-	Mô tả biên dạng cắt
-	
G00	
G40	Dừng gọi phần bù bán kính đầu dao
• N...	Số câu lệnh kết thúc biên dạng cắt
G26	Chạy tới điểm đổi dao
N3 T303 M03	Gọi dao và chiều quay trục chính
G97 V...X...	Số vòng quay không đổi
G00 X...Z...	Định vị dao
G76 X...	Chu kỳ cắt ren
G27	Chạy tới điểm đổi dao
N4 T404 M03	Gọi dao và chiều quay trục chính
G96 V...	Tốc độ cắt không đổi
G00 X...Z...	Định vị dao
G01 X...	Cắt rãnh ngang
G00 X...	Định vị dao
G26	Chạy tới điểm đổi dao
M30	Kết thúc chương trình và trở về đầu chương trình

2.1.3. Các điều kiện đường dịch chuyển

Từ lệnh	*Điều kiện đường*	*Các địa chỉ có thể lập trình*
G00	Chạy nhanh, thẳng	X/U...Z/W...S...M...B...
G01/G09	Chạy dao cắt, thẳng	X/U...Z/W...A...C...R...F...S...M...B...
G02/G03	Nội suy vòng	X/U...Z/W...R...I...K...F...S...M...B...
G04	Thời gian duy trì	X/U...S...M...B...
G24	Lùi cắt mặt đầu	
G25	Lùi cắt dọc trục	

G26	Cắt ngang, rồi cắt dọc	Tại điểm đổi dao
G27	Cắt dọc, rồi cắt ngang	
G33	Tiện ren, câu lệnh riêng lẻ	X/U...Z/W...F...E...M...B...
G40	Dừng phần bù bán kính đầu dao	
G46	Gọi phần bù bán kính đầu dao	
G54/G57	Khai báo điểm gốc 0 của chi tiết	
G59	Dịch chuyển điểm 0 của chương trình	X...Z...S...M...B...
G65	Dừng phạm vi bảo vệ	
G66	Gọi phạm vi bảo vệ	
G71	Chu kỳ tiện thô dọc trục	A...P...Q...I...K...D...F...S...
G72	Chu kỳ tiện thô mặt đầu	A... P... Q... I... K... D... F... S...
G73	Chu kỳ tiện thô biên dạng song song	A...P...Q...U...W...I...K...D...F...S...
G76	Chu kỳ tiện ren	X/U... Z/W ... I... K... H... F... E... A... D...
G92	Chu kỳ số vòng quay	P...Q...
G96	Tốc độ cắt không đổi	V...
G97	Số vòng quay không đổi	S...V...X...

2.1.4. Các chức năng đóng / ngắt và chức năng phụ

Do các lệnh M có xác suất lập trình rất khác nhau tùy theo ứng dụng, nên dưới đây chỉ giới thiệu những trường hợp đặc biệt quan trọng.

Các lệnh M có thể viết được những câu chương trình riêng,

nhưng nó cũng có thể xuất hiện trong câu lệnh phối hợp cùng với lệnh G và T. Mỗi câu lệnh chương trình chỉ có thể soạn thảo một lệnh M.

Về kỹ thuật lập trình:

M00 Dừng chương trình.

M01 Dừng có lựa chọn, khi phím M01 bị nhấn.

M30 Kết thúc chương trình và trở về đầu chương trình.

Nhờ M00 hay M01 có thể làm gián đoạn quá trình gia công, ví dụ để kiểm tra chất lượng. Với M30, điểm kết thúc của một chương trình chính được hiển thị. Hệ thống điều khiển nhận biết được đó là câu lệnh cuối cùng và sau lệnh M30 nhảy trở về đầu chương trình. Chú ý rằng M30 phải được lập trình như là câu lệnh cuối cùng.

Về trục chính:

M03 Trục chính quay theo chiều kim đồng hồ

M04 Trục chính quay ngược chiều kim đồng hồ

M05 Dừng quay trục chính

M40 Phạm vi truyền động 1 (khoảng tốc độ 1)

M41 Phạm vi truyền động 2 (khoảng tốc độ 2)

Về bơm dung dịch trơn nguội:

M07 Bơm dung dịch trơn nguội cao áp (6 bar)

M08 Bơm dung dịch trơn nguội thấp áp (1,5 bar)

M09 Dừng dung dịch bơm trơn nguội.

2.1.5. Đặc điểm phân biệt các máy tiện CNC

Đặc điểm chủ yếu để phân biệt các máy tiện CNC là kiểu dáng của đầu revonve và vị trí của nó trong vùng làm việc.

Đầu revonve là đầu mang dao trên máy tiện CNC. Hãng chế tạo máy CNC Fa. TRAUB tại BTZ-Mannheim BRD thường đưa vị trí của đầu revonve vào tên kiểu máy, ví dụ:

TNS Đầu revonve phía sau đường tâm trục tiện

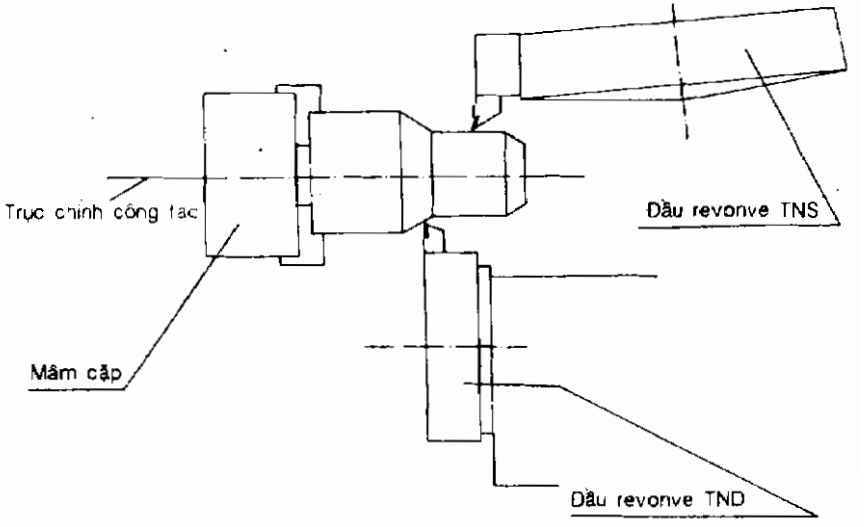
TND Đầu revonve phía trước đường tâm trục tiện.

Nếu đầu revonve ở phía sau đường tâm trục tiện thì đó là một đầu revonve hình sao (TNS). Đầu revonve hình sao có thể chứa 12 bộ kẹp dao với đường kính cán dao 40 mm theo tiêu chuẩn DIN 3425.

Mỗi trạm revonve thứ hai có một hệ truyền động cho dao (ví dụ dùng cho khoan ngang hoặc phay), trong đó số vòng quay là vô cấp và có thể đưa vào chương trình điều khiển số NC.

Nếu đầu revonve ở phía trước đường tâm trục tiện thì đó là một đầu revonve hình trống (TND). Vị trí của đầu revonve trong vùng làm việc so với đầu TNS được quay đi 90°.

Đầu revonve hình trống có 8 vị trí kẹp dao, trong đó dành cho dao tiện ngoài có một vị trí gá dao trực tiếp 25 x 25 (dài 110) mm; còn cho dao tiện trong thì có một ổ kẹp dao 20/25/35 mm hoặc MK 2/3/4. Trên hình 2-3 là vị trí của các đầu revonve TNS và TND trong phạm vi làm việc.



Hình 2-3. Vị trí của các loại đầu revonve

Các bàn dao ngang trên đó lắp đầu revonve được dịch động nhờ các bộ truyền vitme đai ốc bi, trong đó hệ điều khiển xử lý vào ra

dữ liệu với độ tinh chỉnh 0,001 mm. Dạng mới nhất của các máy tiện CNC là những máy có tới 2 hay 3 đầu revonve. Các máy ở dạng này được gọi là những trung tâm tiện điều khiển CNC. Việc dẫn dung dịch trơn nguội ở cả hai loại máy tiện đều đi qua đầu revonve. Cửa phun dung dịch trơn nguội là ở vị trí dao mà nó đang được gá trong vùng làm việc. Đầu TND còn có thêm một vòi phun điều chỉnh được lưu lượng.

Bơm dung dịch trơn nguội có thể được đóng/ngắt thông qua điều khiển NC, trong đó có thể lựa chọn hai mức áp lực khác nhau:

- M07 Bơm dung dịch trơn nguội cao áp 6 bar
- M08 Bơm dung dịch trơn nguội thấp áp 1,5 bar

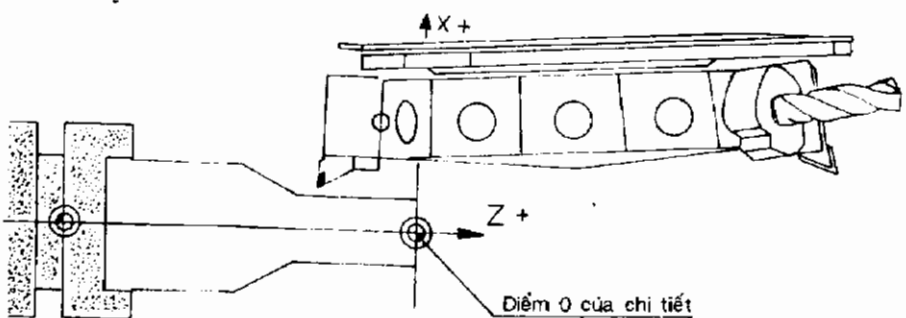
Chú ý rằng khi lập trình mà ta quên lệnh đóng điện bơm dung dịch trơn nguội, vốn là một sự đóng mạch bổ sung, thì kiểu vận hành tự động sẽ không thực hiện được.

2.2. Mô tả hình học của các biên dạng chi tiết

2.2.1. Hệ tọa độ máy

Để lập trình cho các chuyển động tạo hình của dao cụ khi gia công một chi tiết, người ta dùng một hệ thống tọa độ hai kích thước, có trục nằm ngang là trục Z và trục thẳng đứng là trục X.

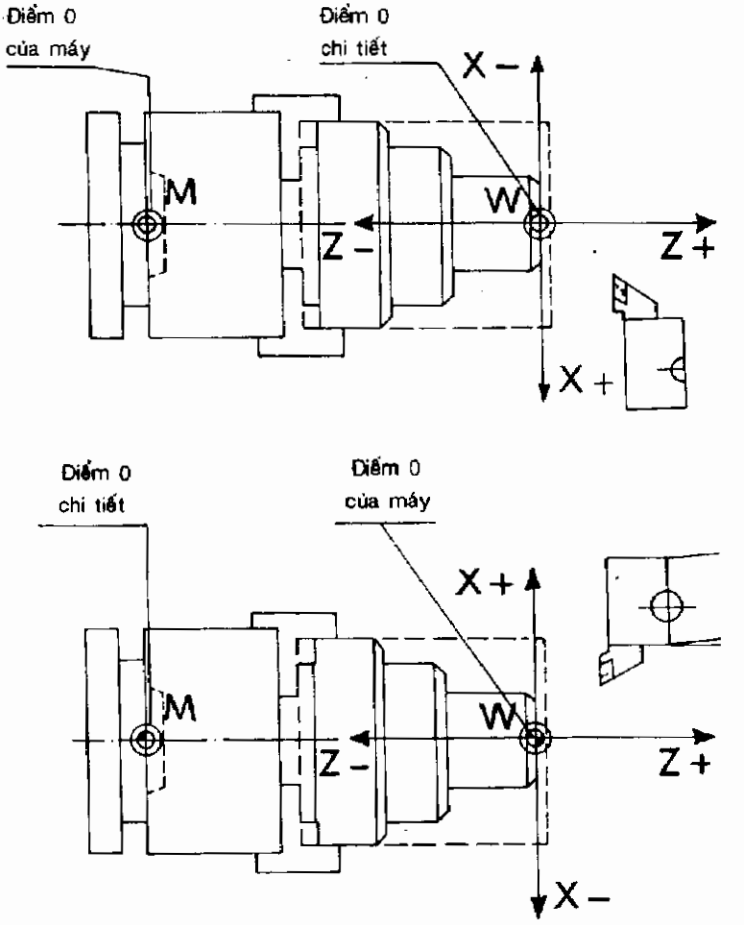
Từng điểm riêng lẻ nằm trên biên dạng chi tiết có thể lập trình theo tọa độ X và Z. Vị trí của hai trục tọa độ trong vùng làm việc trình bày trên hình 2-4.



Hình 2-4. Hệ tọa độ hai kích thước trên máy tiện

Trục Z nằm trùng với trục chính công tác; trục X chạy ngang qua điểm 0 chi tiết và được xác định bởi người lập trình, thường là trên mặt giới hạn phía phải của biên hình gia công chi tiết.

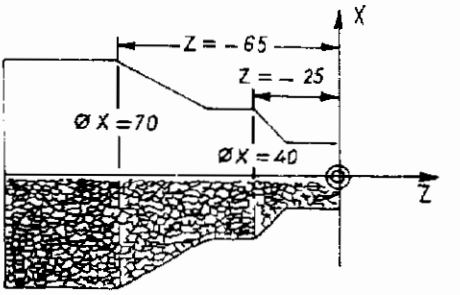
Trên các máy có đầu kẹp dao revonve nằm phía trước đường tâm trục tiện thì chiều "+" của trục X hướng vào người điều khiển, còn các máy có đầu revonve phía sau đường tâm trục chính thì chiều "+" của trục X có hướng ngược lại (hình 2-5).



Hình 2-5. Xác định chiều "+" của hai trục tọa độ

Do biên dạng của các chi tiết đối xứng quanh trục Z nên chỉ cần chú ý đến nửa trên của bản vẽ chi tiết là đủ (hình 2-6).

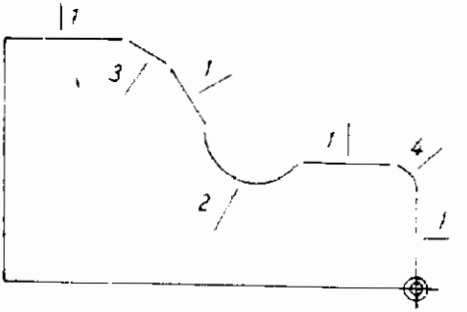
Cần chú ý rằng, tương ứng với các kích thước đo thông thường của chi tiết tiện, các tọa độ X phải được khai báo trong chương trình NC như kích thước đường kính thật.



Hình 2-6. Giới hạn quan tâm nửa bản vẽ bên trên

Ngoài ra cũng cần chú ý, các tọa độ Z của các điểm trên biên dạng gia công đều được xác định với các dấu âm (–) phía trước, nếu điểm 0 của chi tiết nằm ở mép giới hạn phải của biên hình chi tiết.

Khi lập trình cho một biên dạng gia công, nó được chia ra thành các yếu tố biên dạng riêng lẻ (hình 2-7) mà dao sẽ cắt qua theo thứ tự xác định. Trên hệ điều khiển TXS, các yếu tố biên dạng lập trình được là đoạn thẳng, cung tròn, mép vát hay cung chuyển tiếp.

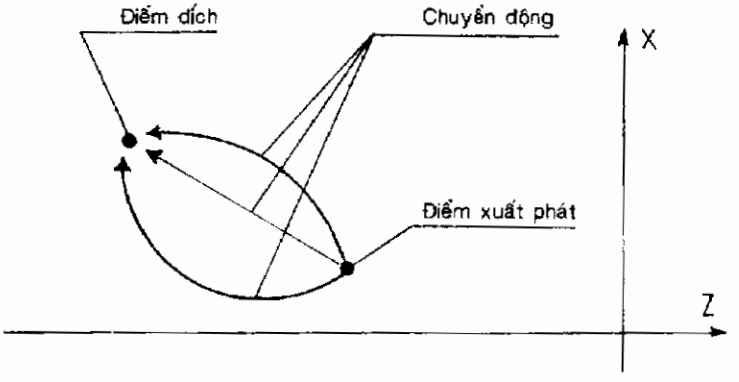


Hình 2-7 Các yếu tố biên dạng
1 Đoạn thẳng 2 Cung tròn 3 Mép vát
4 Cung chuyển tiếp

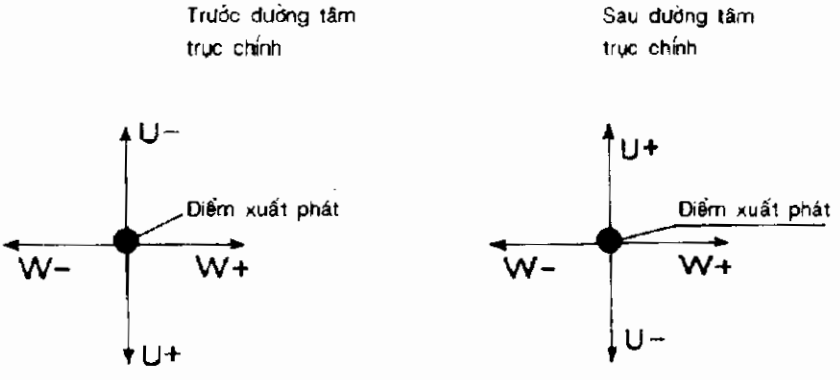
Các chuyển động cắt trên từng đoạn của dao luôn luôn được lập trình từ một điểm khởi động chung đến một điểm đích. Nghĩa là một lệnh chạy luôn luôn bắt đầu từ điểm xuất phát của đoạn vừa cắt qua đến một điểm đích mới, mà tọa độ của nó được đưa vào như là điều kiện phụ của lệnh chạy (hình 2-8).

Các tọa độ điểm đích có thể được lập trình theo các tọa độ X và Z. Dạng lập trình này được gọi là lập trình theo kích thước đo từ một gốc chuẩn (hay là lập trình theo phép đo tuyệt đối).

Hệ điều khiển TX8 cũng cho phép lập trình theo chuỗi kích thước. Ở đây, các tọa độ của điểm đích được tính theo điểm xuất phát của một lệnh chạy. Trong chương trình NC sẽ được đưa vào trong các câu lệnh liên quan, thay cho chữ cái của địa chỉ X là U và thay cho chữ cái của địa chỉ Z là W, trong đó dấu hiệu trước các chữ số cần đặt vào phù hợp (hình 2-9).



Hình 2-8. Các chuyển động chạy từ điểm xuất phát đến điểm đích



Hình 2-9. Dấu hiệu trước con số của tọa độ U và W

Đo tuyệt đối và đo theo chuỗi đều có thể vận dụng phối hợp, nghĩa là một tọa độ này được đo trong phép đo tuyệt đối, một tọa độ khác lại có thể đo theo phép đo chuỗi kích thước.

2.2.2. Các câu lệnh trong chương trình

Mỗi câu lệnh trong chương trình thông thường được hiểu là bước nguyên công nhỏ nhất trong quy trình gia công chi tiết. Mỗi từ lệnh trong một câu lệnh có thể diễn tả một lệnh hay một điều kiện bổ sung. Ví dụ, câu lệnh có ba từ G00 X72 Z2

Ý nghĩa:	G00	Lệnh chạy nhanh không cắt
	X72 Z2	Điều kiện bổ sung: điểm đích có tọa độ X = 72 mm và Z = 2 mm

Thông qua các lệnh (ví dụ lệnh G hoặc lệnh M) mà một hoạt động nào đó được đặt vào máy hay đặt vào hệ điều khiển.

Thông qua các điều kiện bổ sung mà các lệnh được mô tả chính xác hơn, ví dụ trong các lệnh dịch chuyển dao (chẳng hạn chạy dao nhanh) cần đưa vào các tọa độ của điểm đích như là điều kiện bổ sung.

Trong số các từ lệnh cần chú ý: một số lượng nhất định các lệnh có tác dụng tự duy trì, nghĩa là những lệnh này có tác dụng trong tất cả các câu lệnh tiếp theo, cho đến khi nào nó bị cắt tác dụng bởi một lệnh đối ngược.

Các câu lệnh đều được đánh số trong chương trình và dùng chữ cái N ở đầu số thứ tự của mỗi câu lệnh.

Mỗi số thứ tự câu lệnh có hai chức năng:

- để đặc trưng cho bản thân câu lệnh và

- để đặc trưng cho một khối chương trình kể từ số thứ tự của câu lệnh trực tiếp trước khi bắt đầu khối chương trình cho đến số thứ tự của câu lệnh trực tiếp sau khi kết thúc khối chương trình.

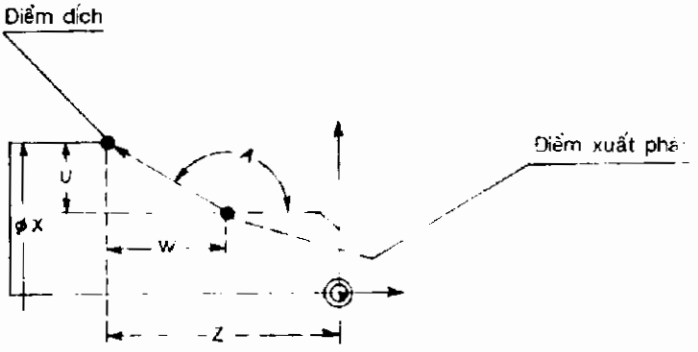
Chú ý:

Số thứ tự đặc trưng của mỗi câu lệnh riêng lẻ trong chương trình hay được sử dụng cho các câu lệnh trong đó dao cụ được gọi tới, để trong trường hợp bị gián đoạn chương trình, có thể dễ dàng nhảy trở lại chương trình. Do vậy, ta cần đánh các số thứ tự từ N1 đến N28 cho các câu lệnh có chứa các lệnh gọi dao.

2.2.2.1. Lệnh G01 - Chạy dao cắt theo đường thẳng

Nhờ lệnh G01, các mũi dao cắt sẽ chuyển động với lượng chạy dao lập trình bởi F theo một đường thẳng nối từ điểm xuất phát đến điểm đích (hình 2-10).

Điểm đích có thể được xác định theo kích thước đo tuyệt đối hay đo theo chuỗi.



Hình 2-10. Chạy dao cắt theo đường thẳng

Vào dữ liệu - thực đơn

Hệ điều khiển yêu cầu các từ lệnh:

G01

X U Toạ độ thứ nhất của điểm đích, đo tuyệt đối hay đo theo chuỗi kích thước

Z W Toạ độ thứ hai của điểm đích, đo tuyệt đối hay đo theo chuỗi kích thước

A Số đo góc

C Vát mép, trong đó C = chiều rộng mép vát; C = chiều dài mép vát

R Bán kính góc lượn chuyển tiếp

F Lượng chạy dao (mm/vòng)

S Số vòng quay trục chính (vòng/phút)

M Các lệnh M (đóng/ngắt, chức năng phụ)

B Các lệnh B.

Lượng chạy dao được xác định theo mm/vòng, ví dụ F0.2 biểu thị giá trị lượng chạy dao là 0,2 mm/vòng. Nếu lệnh G01 không đi kèm lệnh F về lượng chạy dao mới thì giá trị của lượng chạy dao F đã đưa vào chương trình trước đó sẽ có tác dụng lưu.

Chạy nhanh không cắt, theo đường thẳng

Ví dụ 1: Đo tuyệt đối (hình 2-11a).

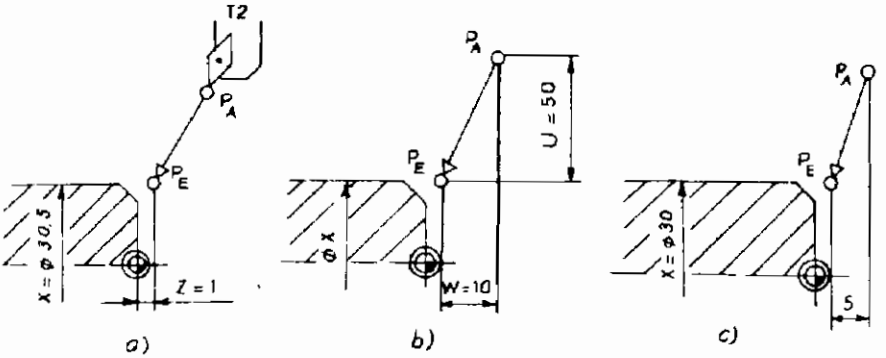
Cú pháp: G00 X30,5 Z1

Ví dụ 2: Đo theo chuỗi (hình 2-11b).

Cú pháp: G00 U-50 W -10

Ví dụ 3: Đo hỗn hợp (hình 2-11c).

Cú pháp: G00 X30 W-5



Hình 2-11. Chạy nhanh không cắt, theo đường thẳng.

Chạy dao cắt theo đường thẳng

Ví dụ 4: Đo tuyệt đối, mặt trụ cắt dọc trục (hình 2-12a).

Cú pháp: G01 Z-35 F0.15

Ví dụ 5: Đo tuyệt đối, mặt đầu cắt ngang tâm (hình 2-12b).

Cú pháp: G01 X65 F0.15

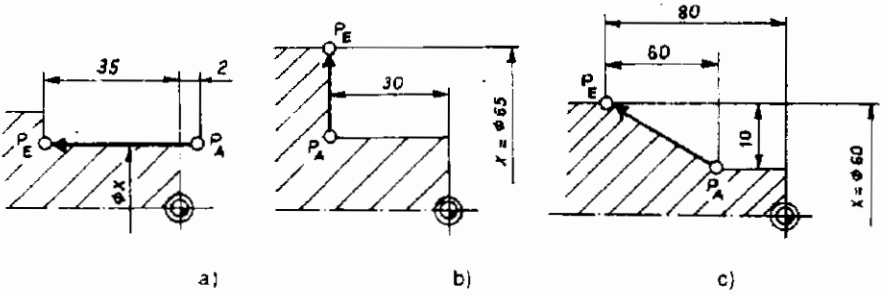
Ví dụ 6: Mặt côn cắt chéo (hình 2-12c).

Cú pháp: Đo tuyệt đối G01 X60 Z-80 F0.15

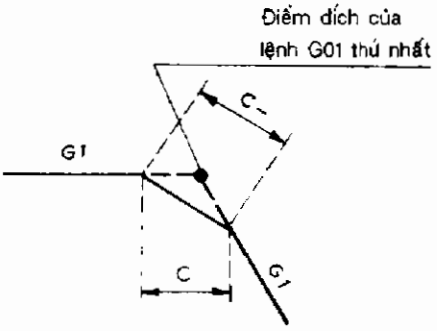
Đo theo chuỗi G01 U10 W-60 F0.15

Đo hỗn hợp G01 U10 Z-80 F0.15

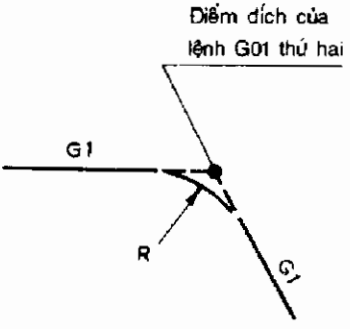
G01 X60 W-60 F0.15



Hình 2-12. Chạy dao cắt theo đường thẳng



Hình 2-13. Lệnh vát mép



Hình 2-14. Lệnh vê góc lượn

Lệnh G01 đi kèm các yếu tố chuyển tiếp

Để vát mép hay vê tròn cạnh sắc bằng góc lượn, có thể bổ sung vào cuối lệnh dịch chuyển G01 một lệnh vát mép C (hình 2-13) hoặc lệnh vê bán kính góc lượn R (hình 2-14) sao cho giữa hai đoạn

thẳng cắt bởi lệnh G01 sẽ có một mép vát hoặc một bán kính lượn.

Kích thước của các yếu tố chuyển tiếp không bị hạn chế.

Chú ý quan trọng:

Trong câu lệnh có lệnh vát mép C hoặc lệnh vẽ tròn R, phải có một câu lệnh G01 tiếp theo để nhận biết hướng cho các yếu tố chuyển tiếp. Hai đoạn chuyển động với lệnh G01 này phải lớn hơn bản thân các yếu tố chuyển tiếp, do đó phải giữ được hạn chế tối thiểu cho một đoạn dịch chuyển bằng lệnh G01.

Công thức tính đoạn dịch chuyển tối thiểu W như sau:

$$W = C \text{ (hay R)} + 0,1 + R_s \text{ (mm)}$$

trong đó R_s là bán kính đầu dao.

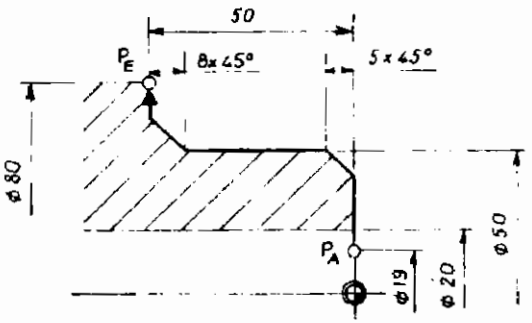
Ví dụ: Mép vát $C = 0,5$ mm; $R_s = 0,4$ mm

$$W = 0,5 + 0,1 + 0,4 = 1 \text{ mm}.$$

Ta sẽ nhận được một mép vát nhờ đưa vào ký tự C và một con số biểu thị chiều rộng mép vát đo theo trục Z (không có dấu -) và chiều dài đo dọc theo mép vát (có dấu -). Mép vát theo kiểu lập trình này đứng vuông góc với đường phân giác của góc tạo bởi hai đoạn dịch chuyển G01, nghĩa là chỉ ứng dụng cho mép vát đối xứng.

Ta cũng sẽ nhận được một bán kính lượn nhờ đưa vào ký tự R và một con số biểu thị chiều dài của bán kính lượn. Hệ điều khiển sẽ xác định điểm tâm của cung lượn sao cho chuyển tiếp giữa đường thẳng và cung tròn hay ngược lại giữa cung tròn và đường thẳng được thực hiện hoàn hảo theo phương tiếp tuyến (không gãy khúc).

Ví dụ 7: Chuyển tiếp bằng vát mép, lượng chạy dao 0,15 mm/vòng (hình 2-15).



Hình 2-15 Chuyển tiếp bằng vát mép

Cú pháp:

G01 X50 C5 F0.15

G01 Z-50 C8

G01 X80

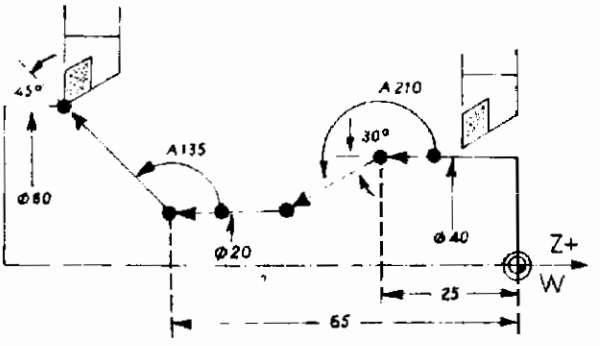
Lệnh G01 với số đo góc A

Để lập trình cắt mặt côn bằng lệnh G01 có rất nhiều khả năng.

Như đã trình bày ở phần trên, có thể thực hiện khai báo tọa độ của điểm kết thúc mặt côn bởi X và Z hoặc U và W hoặc các số liệu đo hỗn hợp.

Một khả năng khác đó là khai báo góc côn A và một tọa độ. Thông qua góc A, cụm vi xử lý hình học sẽ tính toán các tọa độ X hay Z còn thiếu.

Cụm vi xử lý hình học của hệ điều khiển TX8 sẽ tính qua góc A một điểm cắt. Máy công cụ không thực hiện trực tiếp lệnh từ bộ nhớ chương trình ban đầu mà thực hiện lệnh từ bộ nhớ trung chuyển. Trong bộ nhớ trung chuyển này luôn luôn có một câu lệnh đến trước, nghĩa là trước khi máy thực hiện một chuyển động, nó đã biết câu lệnh tiếp theo đó là gì rồi (hình 2-16).



Hình 2-16. Tiện côn bằng dữ liệu A và một tọa độ

Cú pháp:

G01 Z-25 F0.12

G01 X20 A210

G01 Z-65

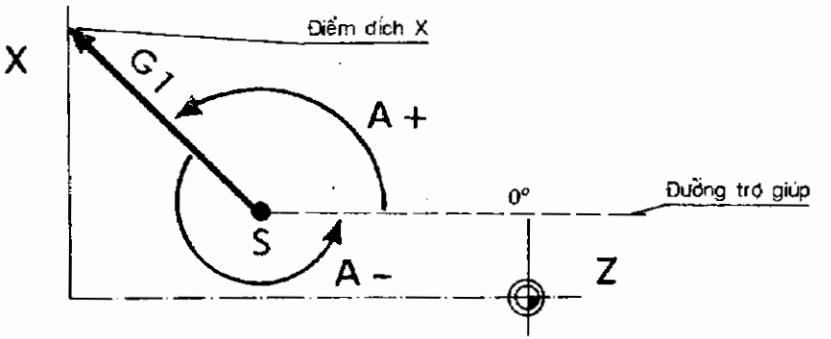
G01 X60 A135

Hướng dẫn xác định góc A (hình 2-17)

- Đo góc A từ điểm xuất phát S trên bề mặt;

- Vạch một đường trợ giúp từ S theo phương nằm ngang về phía bên phải;

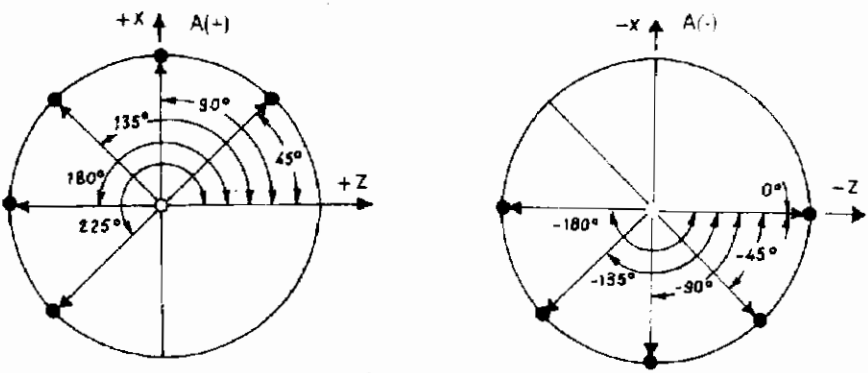
- Đo góc từ đường trợ giúp này quay về phía trái theo chiều ngược kim đồng hồ cho đến khi gặp bề mặt của đoạn dịch chuyển côn. Đó là số đo góc dương (+).



Hình 2-17. Xác định góc A

- Số đo góc A dương (+) ứng với đoạn đường ngắn hơn nhiều so với góc đo từ trục Z dương đến trục X dương. Ngược lại, số đo góc A âm (-) có đoạn đường dài hơn là góc đo từ trục Z dương đến trục X dương (hình 2-18).

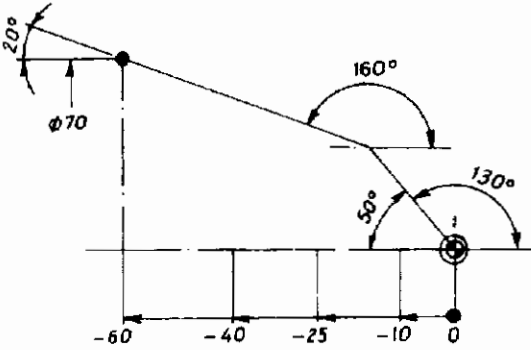
- Số đo góc phải được viết ở dạng số thập phân; tính toán số đo phút và giây thành số lẻ thập phân. Ví dụ: 30' = 0,5° hoặc 20' = 0,333°



Hình 2-18. Số đo góc A dương và âm

Nếu trên một biên dạng có hai đoạn thẳng gặp nhau thì không nhất thiết phải đưa tọa độ điểm cắt vào lệnh G01. Ở trường hợp này chỉ cần khai báo trong câu lệnh G01 thứ nhất số đo góc A và trong câu lệnh G01 thứ hai cả X, Z và A là đủ.

Trên hình 2-19, câu lệnh G01 thứ nhất là G01 A130; khi máy đang làm việc thì ở bộ nhớ trung chuyển đã có câu lệnh tiếp theo, đó là G01 X70 Z-60 A160, nghĩa là từ điểm đích đã khai báo X...Z... và số đo góc A có thể tính trở lại được giao điểm chưa biết.



Hình 2-19. Giao điểm của hai đoạn dịch chuyển bởi G01

Cú pháp:

G01 A130

G01 X70 Z-60 A160

Chú ý:

Sau câu lệnh chỉ có khai báo góc A, câu lệnh tiếp theo không được chứa các số đo tọa độ bằng kích thước chuỗi. Hệ điều khiển có thể tiếp nhận dữ liệu này, nhưng khi gia công chi tiết, màn hình sẽ báo lỗi.

Ví dụ 8: Khai báo góc tiện côn, lượng chạy dao 0.15 mm/vòng (hình 2-20)

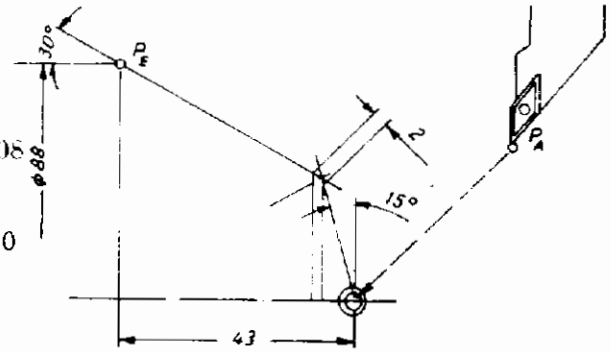
Cú pháp:

G00 X0 Z1

G01 Z0 F0.15 M08

G01 A105 C2

G01 X88 Z43 A150

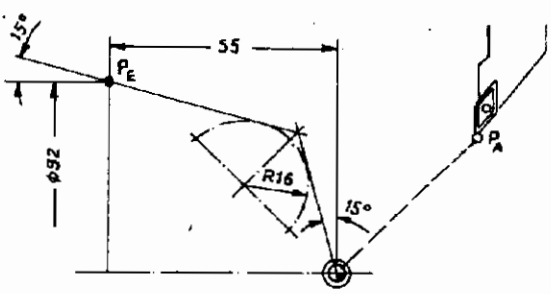


Hình 2-20

Ví dụ 9: Khai báo góc tiện côn, lượng chạy dao 0,15 mm/vòng (hình 2-21).

Cú pháp:

G00 X0 Z1
G01 Z0 F0,15 M08
G01 A105 R16
G01 X92 Z-55 A165

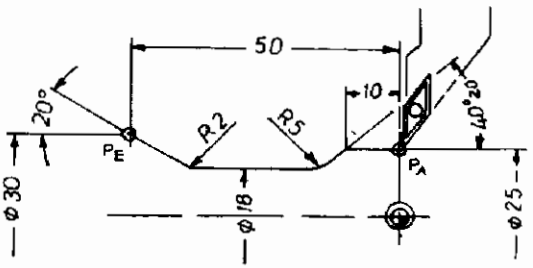


Hình 2-21.

Ví dụ 10: Khai báo góc tiện côn và trụ, lượng chạy dao 0,12 mm/vòng (hình 2-22).

Cú pháp:

G01 Z-10 F0.12 M08
G01 X18 A220,33 R5
G01 A180 R2
G01 X30 A160 Z-50

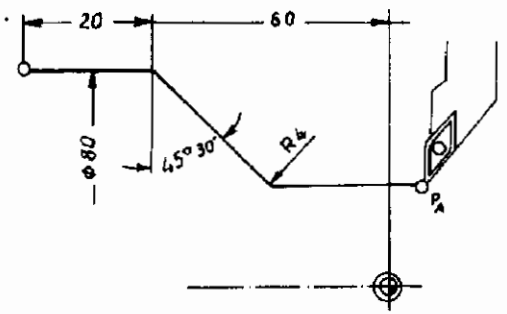


Hình 2-22.

Ví dụ 11: Khai báo góc tiện côn và trục, lượng chạy dao 0,12 mm/vòng (hình 2-23)

Cú pháp:

G01 A180 R4 F0.12 M08
G01 X80 A135,5 Z-60
G01 A180 Z-80



Hình 2-23.

2.2.2.2. Các lệnh G02/G03

Nội suy vòng

Nếu trên các máy điều khiển tay, để tiện biên dạng tròn của chi tiết đòi hỏi tốn kém tương đối, thì ở máy CNC chỉ cần đưa vào một số thông tin là đủ. Những thông tin này cần cho hệ điều khiển để tính toán biên dạng đường cong cần gia công.

Có hai cách lập trình cho tiện cung tròn hay sử dụng, đó là lập trình với dữ liệu bán kính vòng cung hoặc tọa độ của tâm cung tròn thêm vào tọa độ điểm đích và hướng quay của chuyển động dao theo cung tròn.

Lập trình cho các cung tiện tròn

Để có thể tính toán được đường chạy dao theo cung tròn, hệ điều khiển cần đến các thông tin mô tả rõ cung tròn đó. Trong kỹ thuật điều khiển số CNC, người ta đã thống nhất các đại lượng xác định sau đây:

1. Hướng quay của chuyển động chạy dao;
2. Điểm đích của cung tròn;
3. Vị trí của tâm cung tròn.

Về hướng quay của chuyển động chạy dao

Bằng các lệnh G02/G03 ta xác định dao sẽ chạy cắt theo cung tròn với chiều kim đồng hồ hay ngược chiều kim đồng hồ (hình 2-24).

Việc lập trình với lệnh G02/G03 sẽ đưa ra cùng một biên dạng mà không phụ thuộc vào máy có đầu dao ở phía trước hay phía sau đường tâm trục máy, nghĩa là không cần quan tâm đến kiểu máy.

Bài tập 1:

R1 = G03

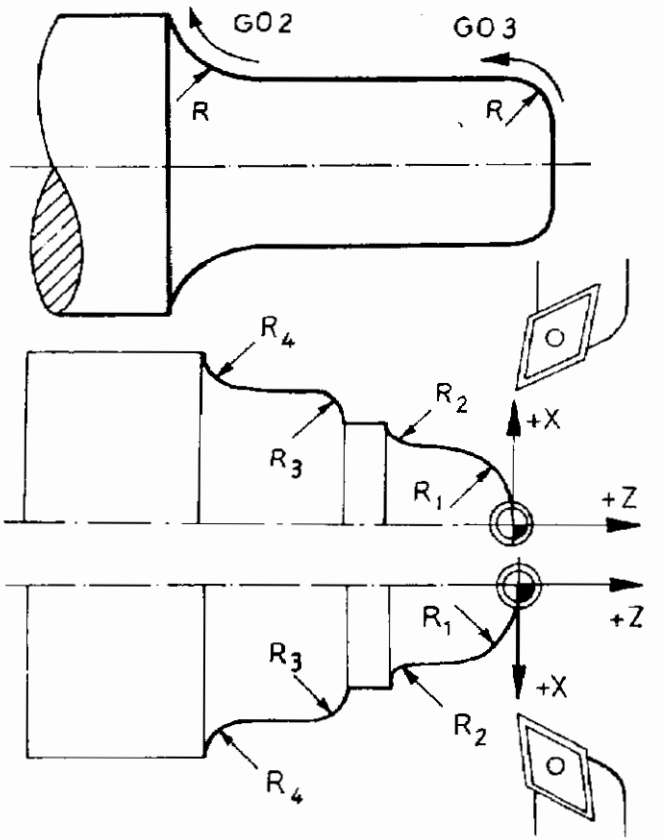
R2 = G02

R3 = G03

R4 = G02

Về điểm đích của cung tròn

Điểm đích của cung nội suy được lập trình bởi các tọa độ X và Z (đo tuyệt đối) hoặc các tọa độ U và W (đo theo chuỗi) hay là các tọa độ đo hỗn hợp.



Hình 2-24. Xác định hướng quay của chuyển động chạy dao
G02: thuận chiều kim đồng hồ
G03: ngược chiều kim đồng hồ

Về vị trí của điểm tâm cung tròn

Như đã mô tả ở phần trước, có hai khả năng xác định điểm tâm cung tròn:

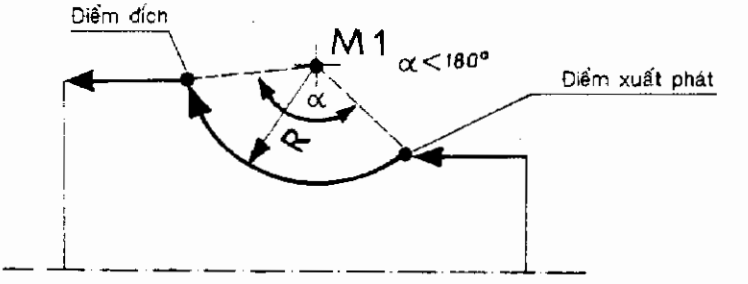
a. Lập trình trực tiếp bằng số đo bán kính

Cách này thường là đơn giản hơn. Trong cú pháp, sau dữ liệu về hướng quay và điểm đích là số đo bán kính:

G02/G03 X/U...Z/W...R ...

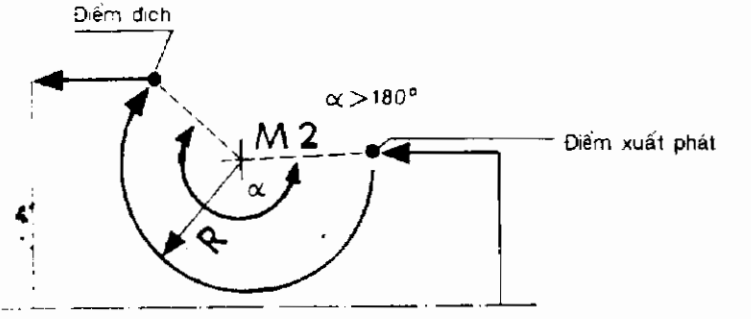
Cách lập trình này cũng có một vài chú ý về nạp dữ liệu, chẳng hạn:

- Bán kính lập trình R chỉ cho phép khi góc ứng với cung nội suy nhỏ hơn 180° (hình 2-25).



Hình 2-25. Cung nội suy nhỏ hơn 180°
Cú pháp G02 X..Z..R..

- Nếu cung tròn lớn hơn 180° thì phải lập trình cho cung nội suy với các tọa độ của tâm cung tròn đó (hình 2-26).



Hình 2-26. Cung nội suy lớn hơn 180°
Cú pháp G02 X... Z... I... K...

Không phải mọi hệ điều khiển đều chấp nhận hai kiểu lập trình này, người lập trình cần biết rõ để dùng cho thích hợp.

b. Lập trình với tọa độ tâm cung tròn (hình 2-27)

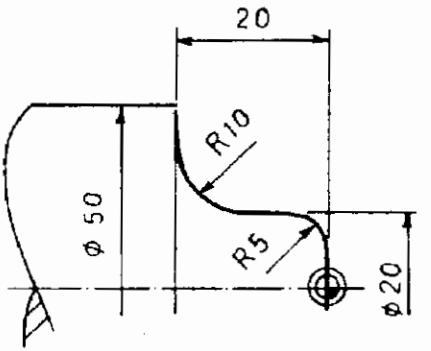
Cách lập trình này được dùng khi tọa độ tâm của cung tròn I, K có trên bản vẽ kỹ thuật:

I - tọa độ tâm cung tròn đo theo trục X;

K - tọa độ tâm cung tròn đo theo trục Z.

Ví dụ:

```
G00  X10 Z2
G01  Z0 F0.12
G03  X20 Z-5 I0 K-5
G01  Z-10
G02  X40 Z-20 I10 K0
G01  X50
```



Hình 2-27. Lập trình với tọa độ cung tròn

Nạp dữ liệu - thực đơn

Hệ điều khiển đòi hỏi các lệnh:

G02 Nội suy vòng theo chiều kim đồng hồ (hình 2-18)

G03 Nội suy vòng ngược chiều kim đồng hồ (hình 2-29)

X/U Tọa độ thứ nhất của điểm đích (đo tuyệt đối/đo theo chuỗi)

Z/W Tọa độ thứ hai của điểm đích (đo tuyệt đối/đo theo chuỗi)

R Bán kính cung nội suy (tùy theo cách lập trình)

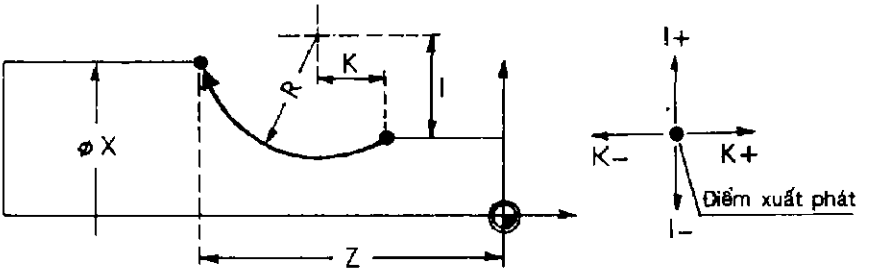
I Tọa độ tâm cung nội suy đo theo X (tùy theo cách lập trình)

K Tọa độ tâm cung nội suy đo theo Z (tùy theo cách lập trình)

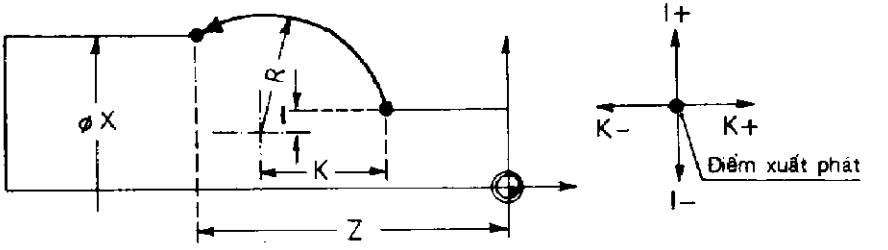
F Lượng chạy dao, mm/vòng

S Số vòng quay trục chính, vòng/phút

M Các chức năng M.



Hình 2-28. Nội suy vòng theo chiều kim đồng hồ



Hình 2-29. Nội suy vòng ngược chiều kim đồng hồ

Các ví dụ về nội suy vòng với lệnh G02/G03

Ví dụ 12: Cung tròn có kích thước đo tuyệt đối, lượng chạy dao 0,15 mm/vòng (hình 2-30).

Cú pháp:

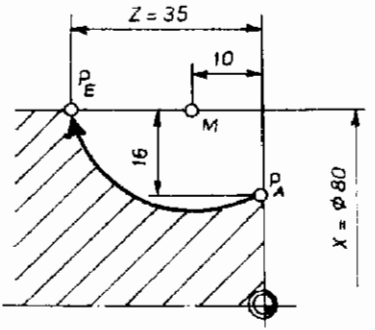
G02 X80 Z-35 I16 K-10

Ví dụ 13: Cung tròn có kích thước đo tuyệt đối, lượng chạy dao 0,12 mm/vòng (hình 2-31)

Cú pháp:

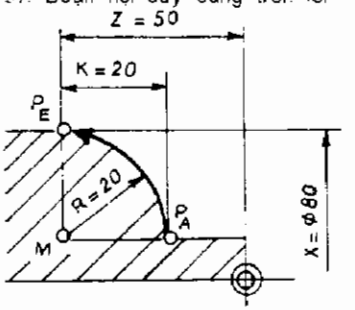
G03 X80 Z-50 R20 F0.12

hay G03 X80 Z-50 I0 K-20 F0.12



Hình 2-30. Đoạn nội suy cung tròn lõm

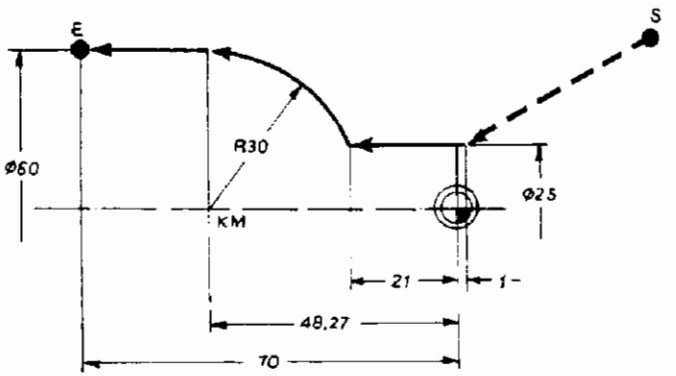
Hình 2-31. Đoạn nội suy cung tròn lồi



Ví dụ 14: Cung nội suy có bán kính R, lượng chạy dao 0,15 mm/vòng (hình 2-32).

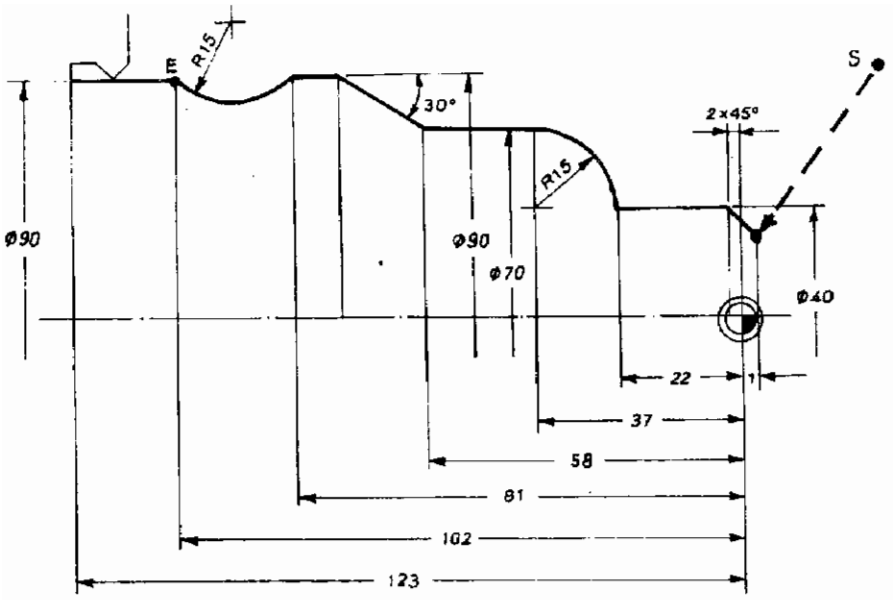
Cú pháp:

G00 X25 Z1
G01 Z-21 F0,15
G03 X60 Z-48,27 R30
G01 Z-70



Hình 2-32 Đoạn nội suy phối hợp

Ví dụ 15: Lập trình cho gia công biên dạng của chi tiết dưới đây. lượng chạy dao 0,15 mm/vòng (hình 2-33)



Hình 2-33. Chi tiết gia công

Chương trình gia công cơ bản:

G00 X34 Z1

G01 A135 X40 Z-2 F0.15

G01 Z-22

G03 X70 Z-37 R15

G01 Z-58

G01 X90 A150

G01 Z-81 A180

G02 X90 Z-102 R15

G01 Z-123

2.2.3. Các vấn đề điều chỉnh máy và dao

2.2.3.1. Các điểm chuẩn trên một máy tiện CNC

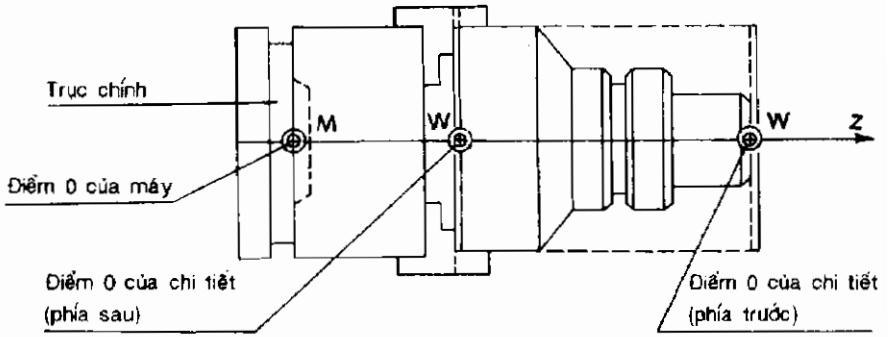
Nhiệm vụ của người thợ chuyên môn làm việc bên một máy CNC, ngoài việc lập trình gia công còn phải điều chỉnh máy móc

dụng cụ cho chế độ vận hành tự động. Cụ thể là:

- kẹp dao và nạp dữ liệu về điều chỉnh;

- kẹp chi tiết và nạp dữ liệu để dịch chỉnh các điểm 0 trong chương trình hoặc cài đặt vào bộ nhớ (Memory Setup).

Vùng làm việc, trong đó dao có chuyển động cắt gọt khi gia công chi tiết, bao gồm những điểm chuẩn sau đây (hình 2-34).



Hình 2-34. Các điểm chuẩn trên một máy tiện CNC

Điểm 0 của máy M

Điểm 0 của máy là điểm gốc của hệ tọa độ máy, trên máy tiện điểm 0 của máy nằm ở điểm giao nhau giữa mặt tỳ của mâm cặp và đường tâm trục chính.

Ký hiệu biểu trưng :

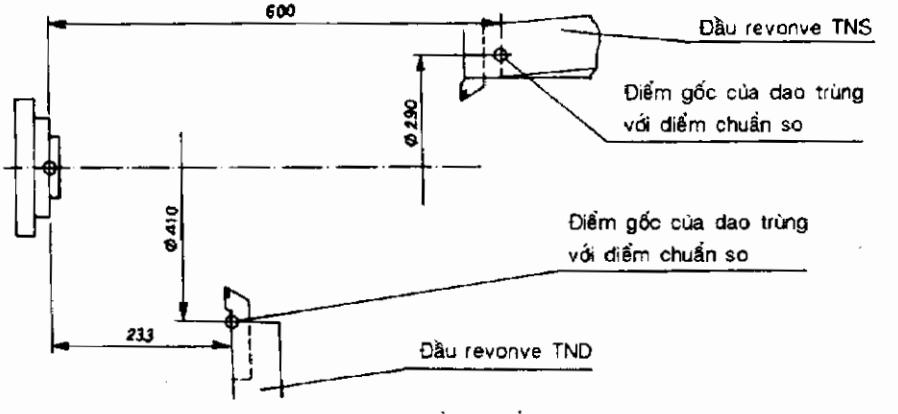
Điểm 0 của chi tiết W

Điểm 0 của chi tiết là gốc của hệ tọa độ chi tiết. Nó là điểm chuẩn cho tất cả các thông tin về đường dịch chuyển đo bằng kích thước tuyệt đối. Điểm này thường nằm trên mặt cạnh bên phải chi tiết.

Ký hiệu biểu trưng:

Việc xác định điểm 0 của chi tiết phụ thuộc vào dạng kích thước

đo trên bản vẽ và phụ thuộc vào khả năng kẹp chi tiết trên máy.



Hình 2-35. Điểm chuẩn so

Điểm chuẩn so R

Điểm chuẩn so hay "điểm tham chiếu" là một vị trí đặt mốc cố định thông qua công tắc cữ chặn hành trình của bàn dao ngang, trên đó đầu dao revonve (có điểm gốc của dao) được định vị (hình 2-35).

Ký hiệu biểu trưng:

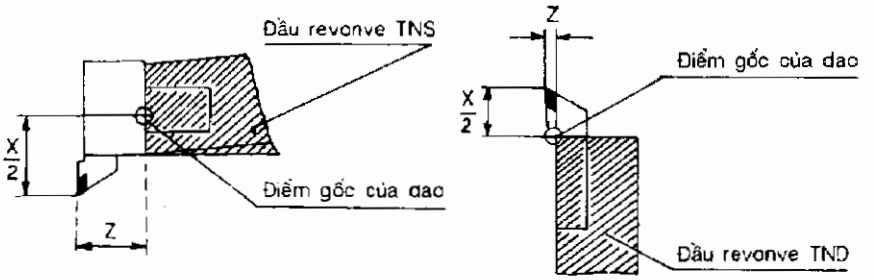
Vị trí này sau mỗi lần đóng mạch hệ điều khiển phải được người vận hành máy đưa bàn dao đi tới. Chỉ sau khi bàn dao đã tới được điểm chuẩn so, hệ điều khiển mới có thể làm việc được với các hệ thống đo và tất cả các giá trị tọa độ vị trí trên hệ tọa độ máy mới được chuyển giao. Độ chính xác định vị là 0,001 mm (= 1 μm).

Điểm gốc của dao

Điểm này nằm trên vị trí tiếp nhận dao của đầu revonve. Vị trí của điểm này trong hệ tọa độ máy có thể được hệ điều khiển xác định ở bất cứ thời điểm nào bằng hệ thống đo lường (hình 2-36).

Vị trí của điểm gốc dao phụ thuộc vào dạng cấu trúc của đầu revonve và kết cấu tiếp nhận gá dao của nó.

Nhờ việc nạp các dữ liệu đo dao như X và Z (ví dụ thông qua ATC), hệ điều khiển sẽ tính toán khoảng cách của mũi dao so với điểm gốc của dao, sao cho khi gia công biên dạng chi tiết, đầu revonve được điều khiển chuyển động một cách chính xác.



Hình 2-36. Điểm gốc của dao

2.2.3.2. Dịch chuyển điểm 0, các lệnh G54, G55, G56, G57 và G59

Việc dịch chuyển điểm 0 thực chất là làm thế nào để thông báo cho hệ điều khiển biết vị trí của điểm 0 chi tiết trong không gian làm việc của máy. Đây là điểm chuẩn của các dữ liệu tọa độ trong chương trình. Vì vậy hệ điều khiển phải biết vị trí chính xác của nó, từ đó điều khiển điểm chuyển động của dao cắt sao cho các chuyển động này cũng lấy điểm 0 chi tiết làm điểm chuẩn của hệ thống tọa độ tạo hình.

Hệ điều khiển TX8 của máy tiện CNC TRAUB có 5 khả năng lập trình cho việc dịch chuyển này với các lệnh từ G54 đến G59.

Lệnh dịch chuyển điểm 0 thường hay dùng nhất là:

G59 - Dịch chuyển điểm 0 tổng hợp

Lệnh G59 có tác dụng dịch chuyển điểm 0 vừa có hiệu lực xong đến một vị trí mới có tọa độ X và Z mà ta khai báo (hình 2-37).

Cú pháp:

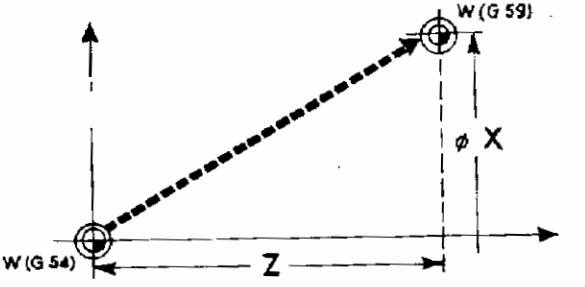
G59 dịch chuyển điểm 0 tổng hợp

X, Z } Các tọa độ khai báo của điểm 0 chi tiết

S Số vòng quay trục chính

M, B } Các chức năng phụ với các lệnh M và B

Lệnh G59 có thể cấp vào chương trình NC thường là bất kỳ, nhưng các tọa độ X và Z trong lệnh G59 lại luôn luôn được tính theo điểm 0 chi tiết thuộc lệnh G54.



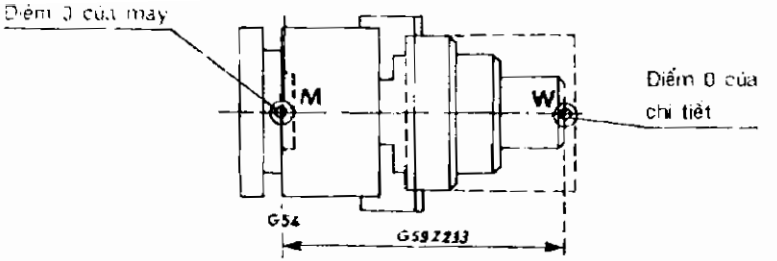
Hình 2-37. Dịch chuyển điểm 0 tổng hợp

Để khi dòng lệnh G59 không bị hiểu lầm, hãy chú ý đặt giá trị Z thuộc lệnh G54 (nằm trong bộ nhớ chương trình tổng thể) bằng 0.

Ví dụ: Lập trình với lệnh G54; Z = 0

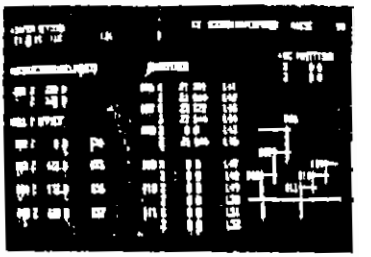
Chiều cao mâm cặp	112 mm
Chiều cao chấu kẹp	20 mm
Lượng dư của mặt 2	1 mm
Chiều dài chi tiết	100 mm
$Z_{tổng}$ =	233 mm

Các dịch chuyển khác (G54 - G57) không thể đưa vào chương trình, nó chỉ có tác dụng trong chương trình khi được gọi ra (tùy theo lựa chọn) bởi các lệnh G55, G56 và G57 (hình 2-39 và 2-40)



Hình 2-38. Ví dụ lập trình

Khi điều chỉnh máy tiện ở dạng vận hành SETUP các điểm 0 chi tiết này được ghi vào bộ nhớ (hình 2-39).

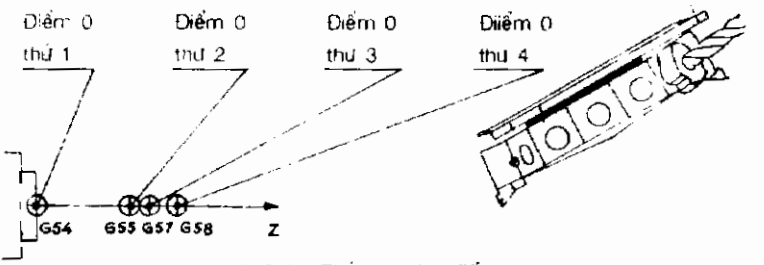


Hình 2-39. Dạng vận hành cài đặt SETUP (xem hình 2-38)

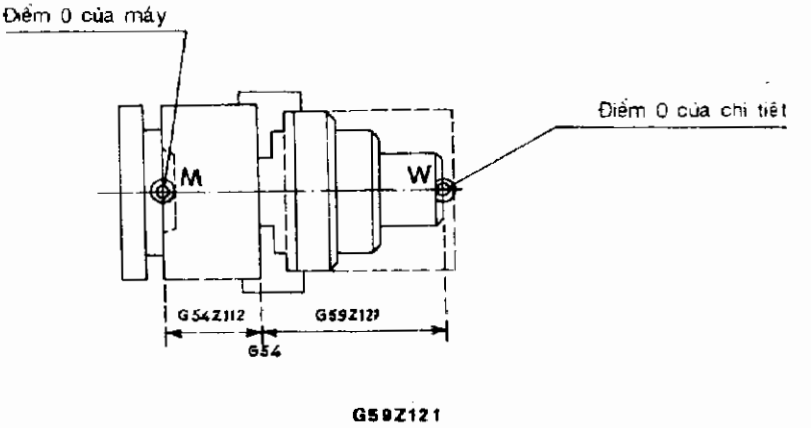
Lệnh G54 tiếp nhận một vị trí đặc biệt trong dịch chuyển điểm 0. Lệnh G54 có tác dụng tự động khi đóng điện cho máy.

Ví dụ: Lập trình với lệnh G54, Z = 112 mm

Chiều cao châu kẹp	20 mm
Lượng dư mặt 2	1 mm
Chiều dài chi tiết	100 mm
$Z_{tổng}$ =	121 mm

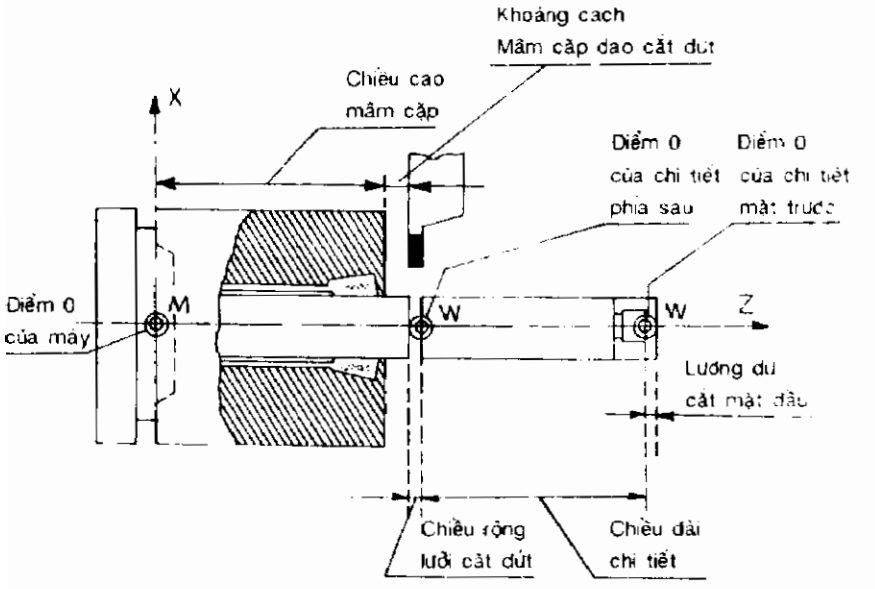


Hình 2-40. Thứ tự các điểm 0 là bất kỳ



Hình 2-41.

Khi kẹp chi tiết bằng mâm cặp sanga với G54, Z = 0 (hình 2-42)



Hình 2-42. Ví dụ kẹp chi tiết bằng sanga

Khoảng cách được tính như sau:

Chiều cao mâm cặp sanga

+ Kích thước thò ra của phôi

– Lượng dư đầu bên phải

Khi gia công phôi thanh khoảng cách tính như sau:

Chiều cao mâm cặp sanga

+ Khoảng cách mâm cặp / dao cắt đứt

+ Chiều rộng lưỡi cắt đứt

+ Chiều dài chi tiết

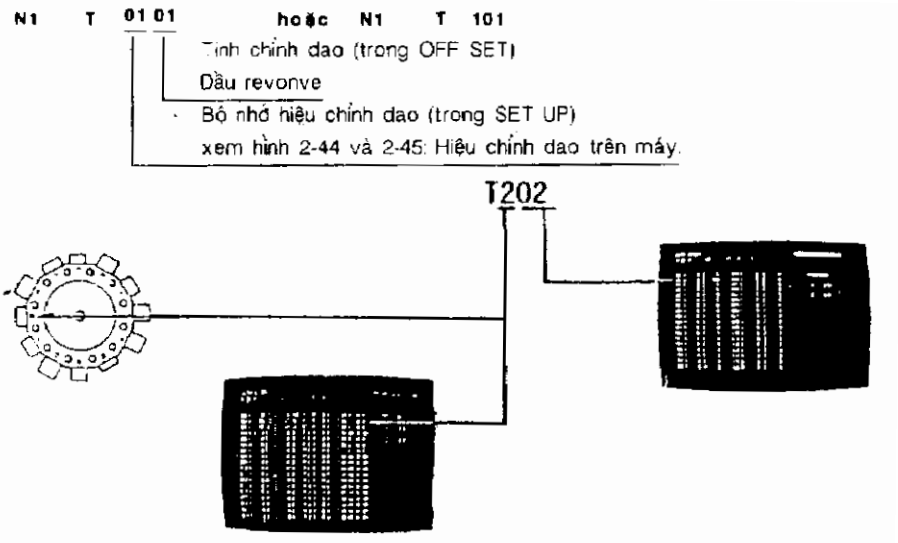
2.2.3.3. Gọi dao và đổi dao

Lệnh gọi dao

Khi việc gia công tiện đã được đảm bảo không có va chạm với đầu revonve, ta có thể đưa dao mong muốn vào vị trí làm việc bởi lệnh gọi dao trong chương trình với địa chỉ T. Nếu trên máy có đầu revonve nhiều vị trí thì với lệnh T, sẽ đồng thời gọi ra vị trí revonve mong muốn và dòng nhớ dữ liệu hiệu chỉnh (với các giá trị hiệu chỉnh dao). Như vậy dao phải được đặt thật đúng chỗ trên đầu revonve để không xảy ra trường hợp khi khoan thì lại gọi dao cắt đứt hoặc khi tiện mặt đầu lại gọi ra mũi khoan...

Trong từ lệnh với địa chỉ T, con số thứ nhất chỉ vị trí revonve trên đó có lắp dao mong muốn. Đồng thời cũng gọi ra dòng nhớ thuộc bộ dữ liệu về dao, tại đó các dữ liệu hiệu chỉnh của dao mong muốn đã được lưu trữ.

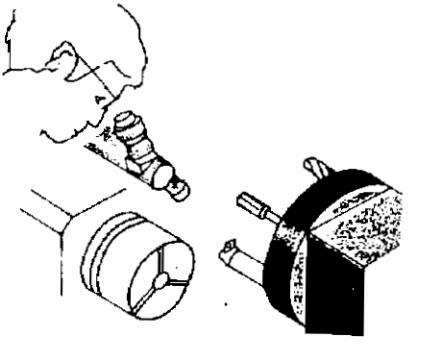
Con số thứ hai trong lệnh T chỉ rõ dòng nhớ thuộc bộ dữ liệu "tinh chỉnh dao". Trong bộ dữ liệu tinh chỉnh này, các thông số mài mòn mới cập nhật của dao ta chọn đã được lưu trữ (hình 2-43). Cả hai bộ dữ liệu "hiệu chỉnh dao" và "tinh chỉnh dao" đều có tới 36 số vị trí kể từ 1 đến 36 cho mỗi bộ dữ liệu.



Hình 2-43. Lệnh gọi dao

Hiệu chỉnh dao trên máy

Khi tiến hành đo các dao trên máy, nhờ một thiết bị quang học ta nhìn thấy lưỡi cắt của dao. Do phần quang học nối ghép với một hệ thống đo đường dịch chuyển, các kích thước dao có thể được thông báo trực tiếp cho hệ điều khiển (hình 2-44). Từ đó có tác dụng là hòa đồng được vị trí đo và vị trí làm việc mà không cần đến một thiết bị đo dao độc lập (hình 2-45).

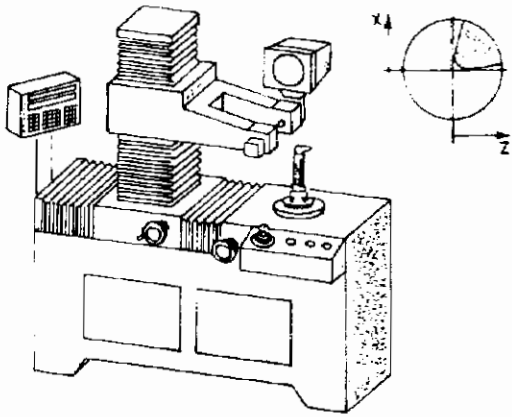


Hình 2-44. Hệ thống đo dao trên máy

Chú ý:

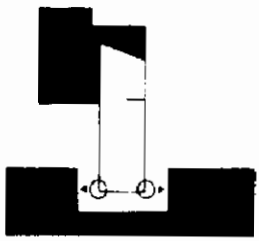
Lệnh T cần được đi kèm với số hiệu câu lệnh cơ bản, để trong những lần gia công tiện sau đó, ví dụ sau khi bị gãy dao, ta có thể dễ dàng *nhảy trở lại chương trình.*

Nhằm mục đích thao tác đơn giản, khi đưa vào số hiệu câu lệnh nên dùng chính con số chỉ đầu revonve, ví dụ: N1 T101 hay N23 T2323.



Hình 2-45. Thiết bị đo dao độc lập

Các vị trí revonve từ 1 đến 12 (hoặc từ 1 đến 8 ở đầu TND 360) sẽ được chọn đánh số tương ứng với các số từ T101 đến T1212 hoặc cũng đánh số từ T2121 đến T3232, nghĩa là mỗi vị trí revonve có thể gọi ra bởi hai con số. Nhờ vậy tạo ra khả năng lắp các dao cắt có hai mũi cắt (ví dụ dao cắt rãnh - hình 2-46): con số thứ nhất dành cho mũi cắt thứ nhất và con số thứ hai dành cho mũi cắt thứ hai



Hình 2-46. Dao cắt rãnh

2.2.3.4. Thực hiện phần bù bán kính đầu dao G46

Hệ điều khiển TX8 có một cụm thực hiện phần bù bán kính đầu dao, để đóng mạch thì dùng lệnh G46 và để cắt thì dùng lệnh G40.

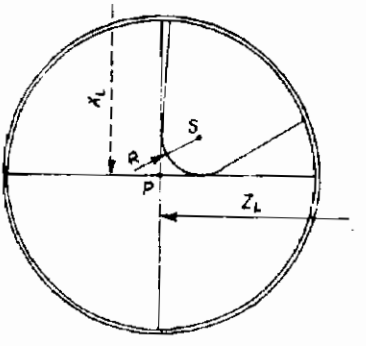
Phần bù bán kính đầu dao thể hiện mối quan tâm đến hình dáng của mảnh cắt gắn trên dao khi gia công biên dạng chi tiết. Nó cho phép người lập trình soạn thảo trực tiếp với biên dạng thiết kế mà không phải tính toán những điểm hỗ trợ.

Trong quá trình chuyển động cắt với chương trình NC, ta đã

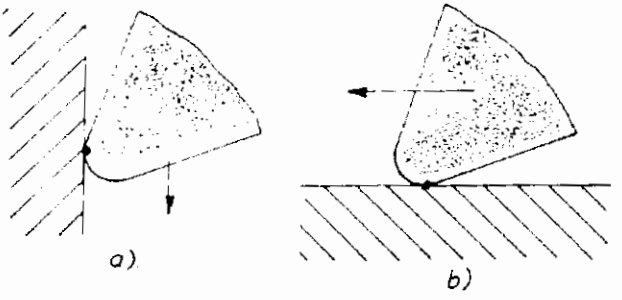
mặc nhiên coi là dao cắt có mũi nhọn. Tuy nhiên, các mảnh cắt đều không kết thúc bằng đỉnh nhọn mà bằng một bán kính lượn, ta gọi là bán kính đầu dao (hình 2-47).

Để lập trình, các số liệu kích thước của P đều nằm trên một đỉnh nhọn lý thuyết. Do bán kính góc lượn đầu mảnh cắt mà trên thực tế dao không thể cắt ở vị trí này.

Phần bù bán kính đầu dao sẽ tính toán một biên dạng hiệu chỉnh theo bán kính đầu mảnh cắt. Khi tiện các biên dạng song song với trục, chỉ có hai điểm cắt trên lưỡi cắt sinh ra biên dạng (hình 2-48). Một điểm cắt ra đường sinh khi tiện ngang (a) còn một điểm cắt ra đường sinh khi tiện dọc trục (b).



Hình 2-47. Mũi dao phóng đại
P = đỉnh nhọn lý thuyết
S = Tâm của cung vê tròn đầu dao.
R = Bán kính đầu dao.



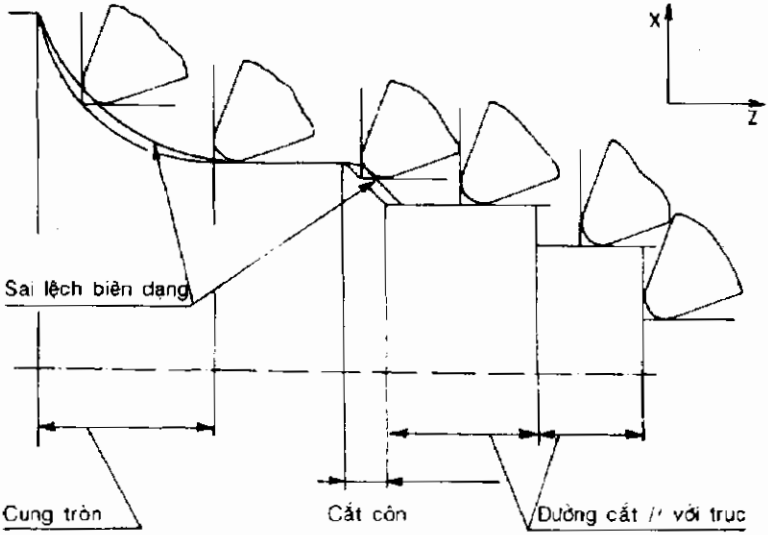
Hình 2-48. Các điểm cắt khi tiện song song với trục

Phần bù khi tiện côn và tiện các cung tròn

Khi tiện côn (hình 2-49), điểm cắt ra đường sinh luôn luôn nằm giữa hai điểm cắt ra đường sinh khi tiện song song với trục. Nhưng

vị trí chính xác của điểm cắt ra đường sinh côn trên vùng bán kính đầu dao lại phụ thuộc vào góc côn cần gia công.

Khi tiện các cung tròn thì các điểm cắt ra đường sinh cong lại thay đổi dọc trên biên dạng mảnh cắt trong khi phần lượn đầu dao quay theo.



Hình 2-49. Sai lệch biên dạng khi tiện

Từ đó suy ra:

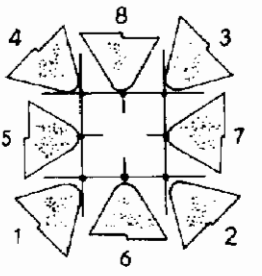
1. Khi cắt song song với trục sẽ không có sai lệch biên dạng vì cả hai điểm cắt ra đường sinh trên lưỡi cắt (hình 2-48) đều là điểm chuẩn đo kích thước dao.

2. Khi tiện côn sẽ có sai lệch biên dạng không đổi dọc theo đường cắt (hình 2-49). Độ lớn của sai lệch phụ thuộc vào góc côn và bán kính đầu dao.

3. Khi tiện cung tròn cũng sẽ có sai lệch biên dạng mà độ lớn của nó liên tục thay đổi (hình 2-49).

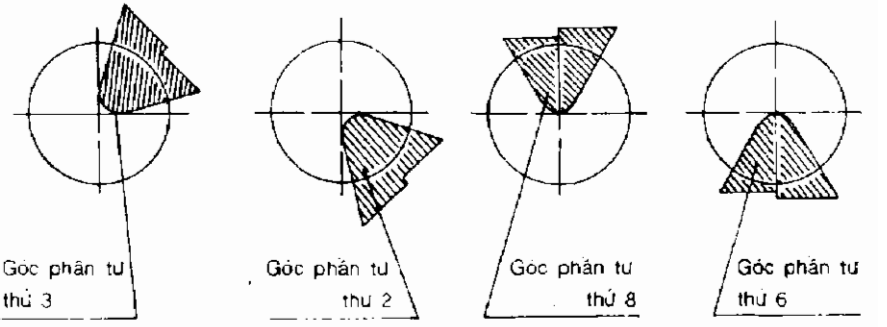
Để thanh toán được các sai lệch biên dạng này thì mặt làm việc

được chia thành các góc phần tư của dao. Mỗi góc phần tư của dao trình bày rõ: khi gia công, lưỡi cắt của dao sẽ ăn vào chi tiết dưới góc độ nào (hình 2-50)



Hình 2-50. Các góc phần tư của dao

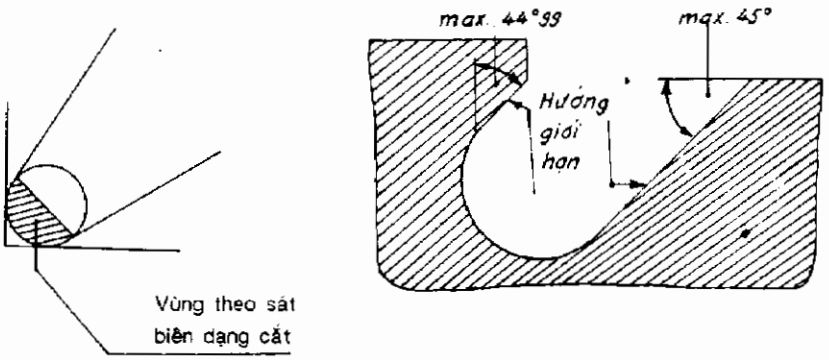
Theo đó, hệ điều khiển TX8 có 8 khả năng khác nhau đặc trưng bởi địa chỉ P đi kèm theo một con số từ 1 đến 8. Việc xác định các góc phần tư của dao là do quá trình điều chỉnh dao thông qua ATC (Automatical Tools Control) thực hiện (hình 2-51).



Hình 2-51. Điều chỉnh dao

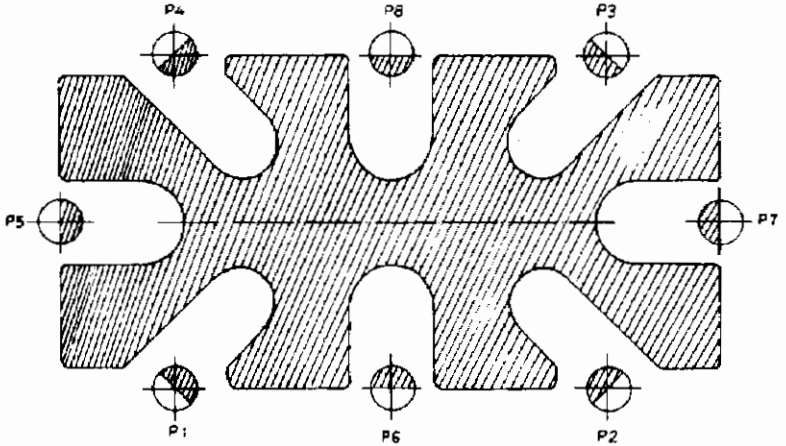
Nhờ một dưỡng khung dây hình chữ thập mà gốc 0 của nó trùng với đỉnh nhọn mũi dao, tùy theo hướng lưỡi cắt đi sâu vào dưỡng chữ thập mà ta có các góc phần tư của dao từ 1 đến 8. Việc chọn ra được góc phần tư sẽ xác định được phần bề mặt nào của bán kính đầu dao khi tiện sẽ theo sát biên dạng cắt.

Hình 2-52 trình bày bán kính đầu dao theo sát biên dạng cắt (mặt kẻ sọc) cũng như hướng giới hạn mà khi tiện biên dạng không cho phép vượt qua.



Hình 2-52. Góc phần tư thứ 3

Trên hình 2-53 là tập hợp các hướng giới hạn cho các góc phần tư từ 1 đến 8. Nếu một trong số các hướng giới hạn này bị vượt qua thì hệ điều khiển sẽ có hiển thị báo lỗi "thay đổi hướng chỉnh dao".

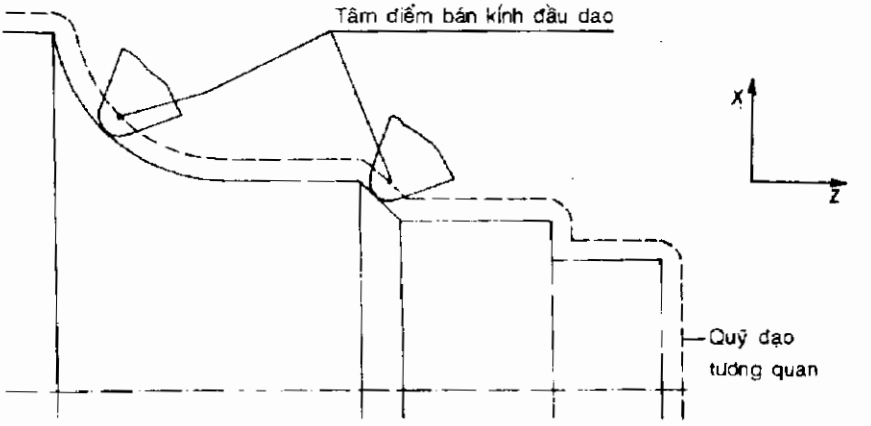


Hình 2-53. Mặt các góc phần tư

Sai lệch biên dạng mắc phải là do sự thay đổi vị trí liên tục của các điểm cắt ra đường sinh. Để loại trừ các sai lệch biên dạng, phải tìm ra trên lưỡi cắt một điểm chuẩn mà vị trí của nó không phụ thuộc vào hướng gia công. Điểm chuẩn này chính là tâm điểm của

cung bán kính đầu dao.

Để có được một biên dạng gia công theo chương trình, tâm điểm của cung bán kính đầu dao phải được chuyển động trên một quỹ đạo có khoảng cách so với biên dạng cắt bằng chính bán kính cung lượn đầu dao. Giống như tâm điểm dao phay khi gia công phay, tâm điểm bán kính đầu dao khi tiện sẽ chuyển động trên một quỹ đạo có khoảng cách tương quan (hình 2-54).



Hình 2-54 Quỹ đạo có khoảng cách tương quan

Chú ý:

Các dao tiện thô và dao tiện định hình (ví dụ dao tiện ren) được lập trình "theo mũi dao nhọn", không có phần bù bán kính đầu dao.

Các dao tiện tinh cũng được lập trình có phần bù bán kính đầu dao. Khi ứng dụng phần bù bán kính đầu dao phải chú ý một số quy tắc.

Các quy tắc của lệnh G46

1: Các lệnh cho phép ứng dụng trong phạm vi câu lệnh có phần bù bán kính đầu dao là:

G00/G01 Chạy dao nhanh/chạy dao thẳng

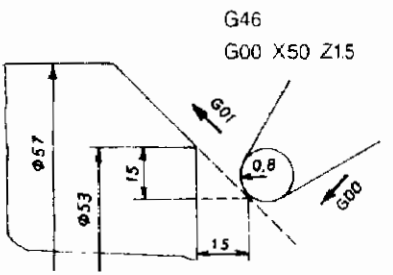
G02/G03 Nội suy vòng

G04	Thời gian duy trì
G77 G79	Chu kỳ vát mép dọc trục/mặt đầu
G94/G95	Lượng chạy dao mm/phút/mm/vòng
G96/G97	Giữ không đổi tốc độ cắt V_c/Số vòng quay trục chính S
M và B	Các chức năng phụ M và B.

2. Câu chương trình đầu tiên sau câu có lệnh G46 phải có một lệnh G00 (hình 2-55).

3. Khoảng cách tính đến biên dạng gia công khi gọi lệnh G46 cần giữ tối thiểu là 2 lần bán kính lưỡi đầu dao (hình 2-55).

4. Kể từ bắt đầu lệnh G46 cho đến hết lệnh G40, giữa hai câu chương trình không có lệnh dịch chuyển, phải là ba câu chương trình mới có lệnh dịch chuyển.



Hình 2-55 Câu lệnh kế tiếp sau lệnh G46

Ở đây cần chú ý rằng bản thân câu lệnh có chứa G46 và G40 đều không có lệnh dịch chuyển (xem ví dụ 1 và 2 dưới đây).

Ví dụ 1: Lập trình sai

G46		Câu không có lệnh dịch chuyển
G00	X42 Z2 M8	Câu có lệnh dịch chuyển
G01	X46 Z-2 F0.12	Câu có lệnh dịch chuyển
G96	V320	Câu không có lệnh dịch chuyển
G01	Z-23	
G02	X... Z... R...	
G01	X...	
G00	U...	
G40		Câu không có lệnh dịch chuyển

Ví dụ 2: Lập trình đúng

G46		Câu không có lệnh dịch chuyển
G00	X42 Z2 M8	Câu có lệnh dịch chuyển
G01	X46 Z-2 F0.12	Câu có lệnh dịch chuyển
G01	Z-23	Câu có lệnh dịch chuyển
G96	V320	Câu không có lệnh dịch chuyển
G02	X... Z... R...	
G01	X...	
G00	U...	
G40		Câu không có lệnh dịch chuyển

5. Hướng gia công khi đã đóng mạch thực hiện phần bù bán kính đầu dao không được phép thay đổi. Nếu trong ba câu chương trình đầu tiên đã có một lần vượt quá hướng giới hạn thì máy sẽ bị dừng lại.

6. Trong khi thực hiện một lệnh G00 thì lệnh phần bù bán kính đầu dao không tác dụng. Bởi vậy các lệnh G00 không nên cài đặt quá mau dọc theo biên dạng gia công (tránh nguy cơ va chạm).

7. Trong phạm vi tác dụng của lệnh phần bù bán kính đầu dao, không được lập trình với các lệnh gọi chương trình con G22.

Các quy tắc của lệnh G40

1. Câu chương trình cuối cùng trước câu có lệnh G40 phải có một lệnh G00

Ví dụ 3:

G46

...

...

...

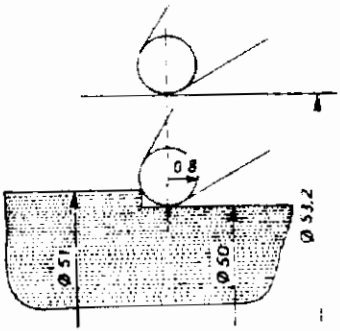
G00 X/U... Z/W...

G40

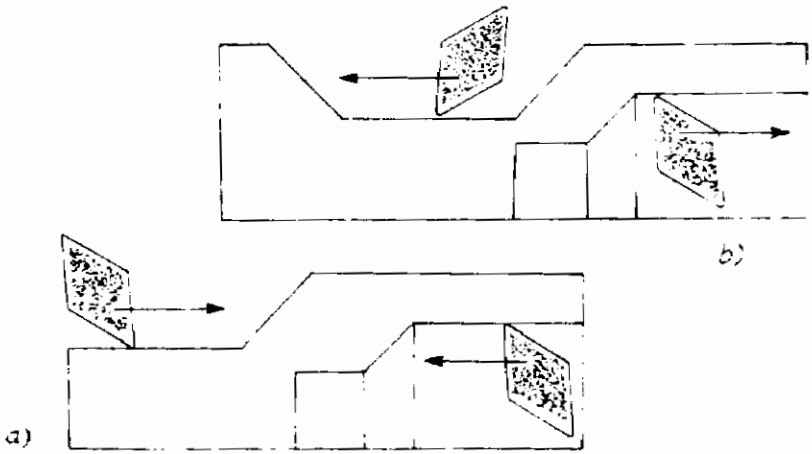
2 Khoảng cách tính đến biên dạng gia công khi gọi lệnh G40 cần giữ tối thiểu là 2 lần bán kính đầu dao

Ví dụ lập trình:

G01 X50
G01 Z-50
G01 X53.201
G00 U0.1
G40



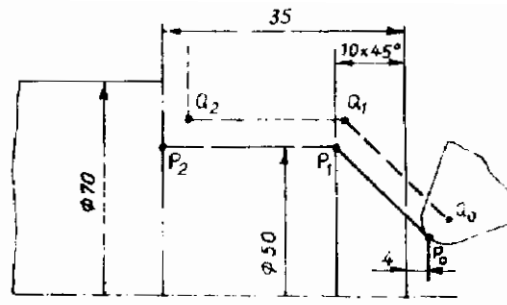
Hình 2-56. Chi tiết ví dụ lập trình



Hình 2-57.a. Trên với lệnh G41 b. Trên với lệnh G42

Sau khi lựa chọn phần tử bán kính đầu dao với lệnh về điều kiện đường G46 (ở nhiều hệ điều khiển khác là G41 hoặc G42 - hình 2-57) thì đỉnh nhọn ảo, mảnh cắt phải được đỉnh vị tại một điểm nằm phía trước mặt lắp chi tiết. Đồng thời điểm này phải nằm trên đường kéo dài lý thuyết của yếu tố biên dạng đầu tiên. Hệ điều khiển sẽ thiết lập trên yếu tố biên dạng này một pháp tuyến và quan tâm đến bán kính đầu dao (hình 2-58).

```
G46
G00  X22 Z4 Q0
G01  X50 Z-10 F0.1 Q1
G01  Z-35 Q2
G01  X72
G00  U0.1
G40
```



Hình 2-58 Tiện với phần bù bán kính dầu dao

2.2.4. Một số bước nguyên công điển hình

2.2.4.1. Tiện thô với các lệnh G71, G72 và G73 (hình 2-59)

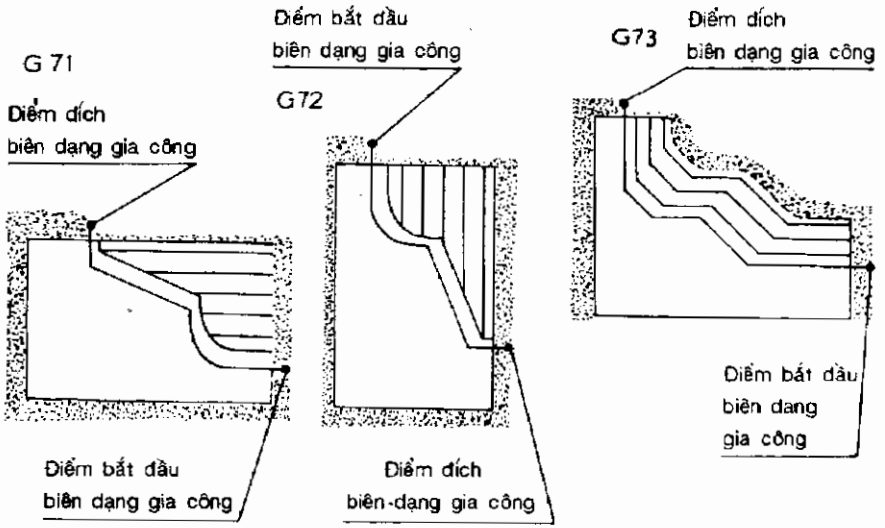
Trước khi có thể gia công một biên dạng, thông thường phải thực hiện một số hành trình cắt thô. Việc này có thể được thực hiện một cách chuyên dụng thông qua lập trình với các câu lệnh riêng lẻ, nghĩa là nhờ một số lệnh dịch chuyển (G00 ... G03), trong đó mỗi chuyển động riêng lẻ của lưỡi cắt phải được tính toán.

Để tiết kiệm các tính toán này cho người lập trình, hệ điều khiển TX8 có khả năng lập trình cho một số chu kỳ. Điều đó có nghĩa là: nếu tại một vị trí bất kỳ trong chương trình có tồn tại dữ liệu mô tả biên dạng gia công, thì có thể việc gia công thô cho đến biên dạng này sẽ được lập trình chỉ nhờ một câu chương trình duy nhất. Quá trình phân chia các lớp cắt sẽ được thực hiện tự động.

Để tiện thô một biên dạng, hệ điều khiển TX8 có ba chu kỳ khác nhau:

1. Chu kỳ tiện thô dọc theo trục G71: Dao cắt thô chạy dọc theo trục Z.
2. Chu kỳ tiện thô mặt đầu G72: Dao cắt thô chạy dọc theo trục X.
3. Chu kỳ tiện thô song song với biên dạng: Dao cắt thô luôn

luôn chạy theo biên dạng với những khoảng cách nhất định bằng nhau.



Hình 2-59. Hành trình tiện thô

Biên dạng cắt thuộc các chu kỳ cắt thô (nằm giữa điểm bắt đầu biên dạng gia công và điểm đích của biên dạng gia công có thể tồn tại ở hai dạng chương trình khác nhau:

1. Việc mô tả biên dạng cắt tinh tồn tại như một chương trình con. Trong trường hợp này, khi tiện thô sẽ gọi số hiệu chương trình con tương ứng với nó (xem ví dụ 1 dưới đây).
2. Việc mô tả biên dạng cắt tinh có thể ở bất cứ vị trí nào trong cùng chương trình, trong đó mở đầu và kết thúc phần chương trình này phải được đặc trưng bởi số hiệu câu lệnh (xem ví dụ 2 dưới đây). Trong trường hợp này, khi tiện thô, phần chương trình này sẽ được gọi qua số hiệu câu lệnh. Việc mô tả biên dạng giữa các số hiệu câu lệnh cho phép tối đa là 40 câu

chương trình với tối đa 10 đoạn biên dạng cong hoặc cung tròn.

Chú ý:

Việc mô tả biên dạng cho một chu kỳ gia công thô phải bắt đầu từ câu lệnh đi tới điểm xuất phát của nó với lệnh G00 kèm theo các tọa độ X, Z. Khi gọi chu kỳ cắt thô phải cắt mạch thực hiện phần bù bán kính đầu dao.

Ví dụ 1: Mô tả biên dạng bằng chương trình con

```
...
T101 (gọi dao cắt thô)                  Chương trình con Nr.8333
G96 U200
G71 A8333 I0,5 K0,1 D4 F0,3             08333
...                                     G46
...                                     G00 X40 Z5 (điểm xuất
                                        phát biên dạng tiện tinh)
...                                     ...
...                                     ...
...                                     ...
...                                     M99
```

Ví dụ 2: Mô tả biên dạng trong cung một chương trình

```
...
T101 (gọi dao cắt thô)
G96 V200
G71 P50 Q60 I0,5 K0,1 D4 F0.3
...
...
...
T202 (gọi dao cắt tinh)
G96 V300
N50
G46
```

G00 X40 Z5 (Điểm xuất phát biên dạng gia công tinh)

...

...

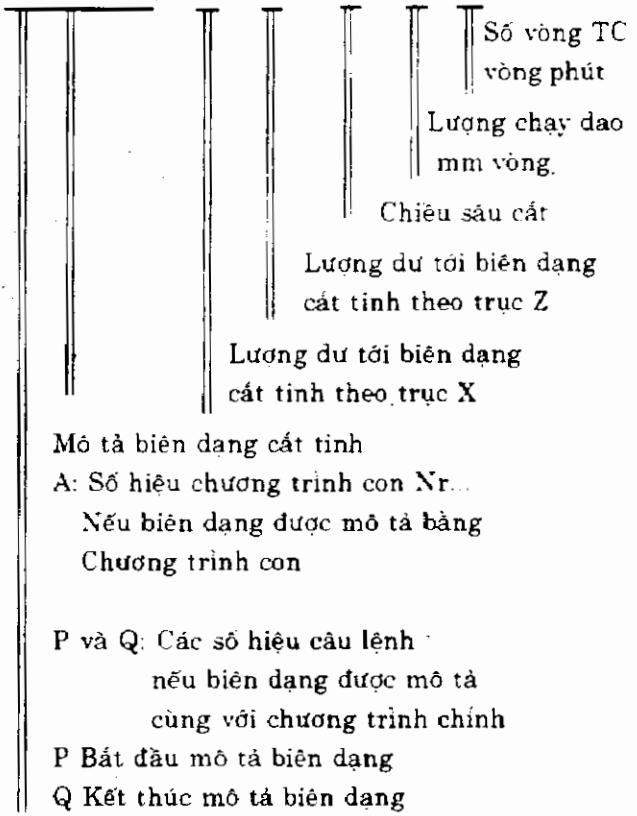
G00 ... ...

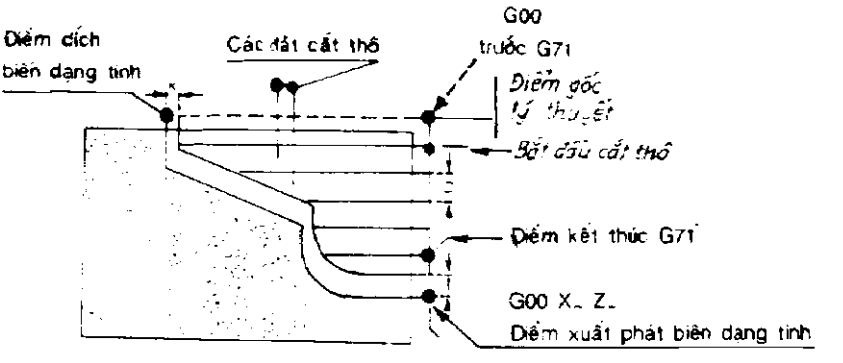
G40

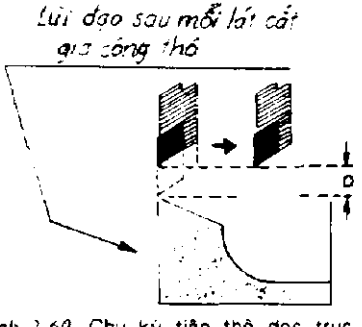
N60

Chu kỳ tiện thô dọc trục G71 (hình 2-60)

G71 A... P... Q... I... K... D... F... S...







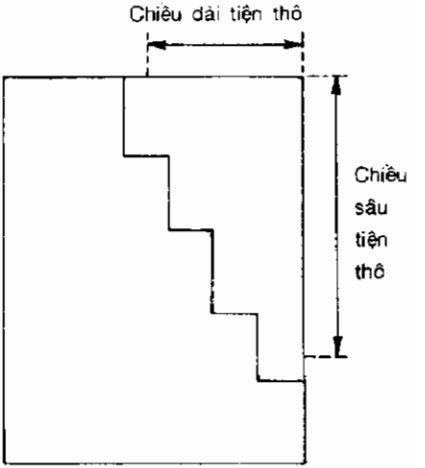
Hình 2-60 Chu kỳ tiện thô dọc trục

Chu kỳ tiện thô dọc trục được ứng dụng khi chiều dài đoạn cắt thô lớn hơn chiều sâu cắt thô. Trước khi gọi chu kỳ cắt thô, trước hết phải chọn dao tiện thô và cho dao này tiến tới điểm gốc lý thuyết (hình 2-60).

Khi gọi chu kỳ bởi lệnh G71, hệ điều khiển sẽ tính toán trên cơ sở mô tả biên dạng đã có (hoặc nằm trong chương trình con, hoặc nằm trong đoạn các câu lệnh từ số hiệu P đến số hiệu Q) từng lát cắt thô riêng lẻ. Ở đây cần chú ý khai báo chiều sâu cắt D khi phân chia các lát cắt thô và cả lượng dư tính đến biên dạng tinh sau khi đã hoàn thành cắt thô (các địa chỉ I, K).

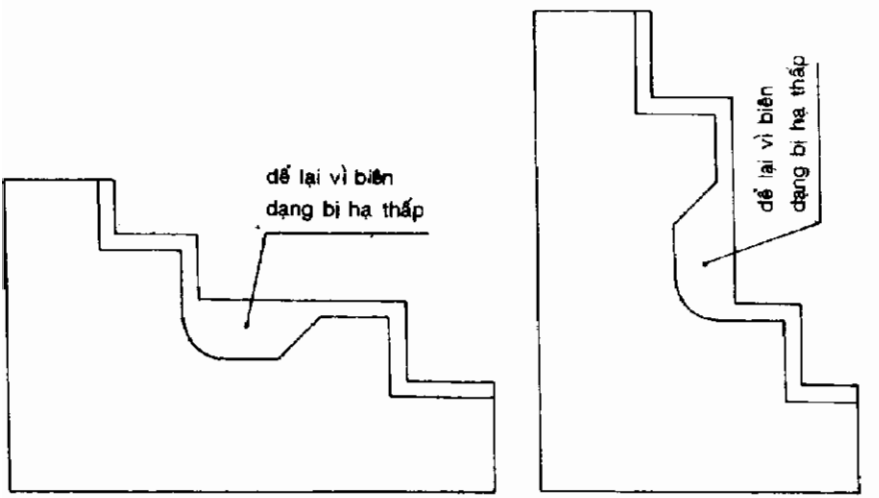
Trong khi thực hiện chu kỳ cắt thô, thông thường sẽ có nhiều lát

cắt thô chia theo chiều sâu cắt D cho đến khi đạt tới phần lượng dư dành để cắt tinh. Tuy vậy có thể xảy ra trường hợp ở lát cắt tiện thô cuối cùng chỉ còn một chiều sâu cắt rất nhỏ, đến mức không thực hiện được một lớp phoi cắt mịn màng (hình 2-61).



Hình 2-61. Chiều sâu tiện thô lớn hơn chiều dài tiện thô

Để lường trước được trường hợp này, ta có thể đưa vào khai báo khi chỉnh máy một chiều sâu cắt giới hạn nhỏ nhất (trong dạng vận hành SET UP - hình 2-39 và 2-60, mục dịch chuyển điểm 0). Nhờ vậy khi



Hình 2-62. Những ví dụ khi gặp các biến dạng bị hạ thấp
a) Sau chu kỳ tiện thô G71
b) Sau chu kỳ tiện thô G72

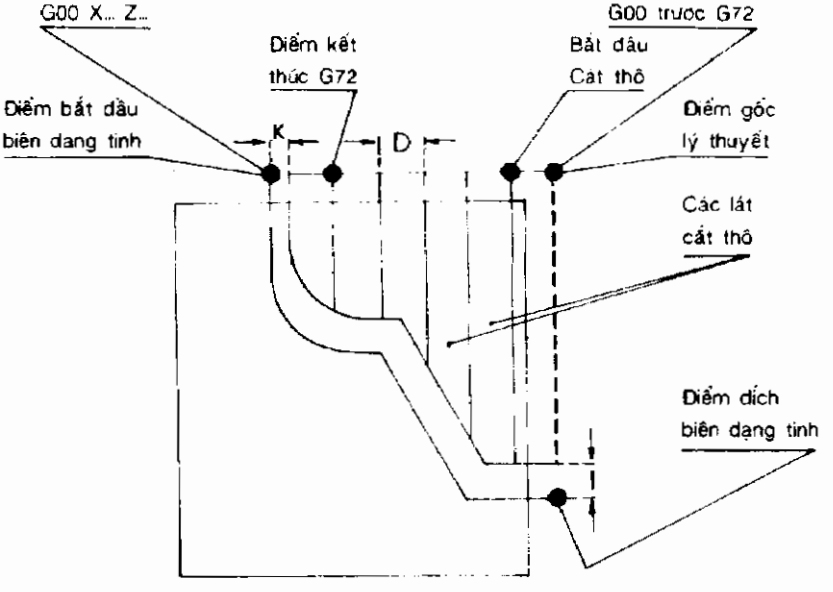
gặp phải những chiều sâu cắt quá bé ở lát cắt thô cuối cùng, máy sẽ tự động cắt trong lát cắt trước đó một chiều sâu cắt tăng cường, sao cho không còn chiều sâu cắt quá bé ở lại nữa.

Sau khi kết thúc chu kỳ tiện thô, dao tiện thô sẽ đứng dưới điểm gốc lý thuyết theo trục Z và có khoảng cách là "I+ chiều sâu cắt cuối cùng " tính tới biên dạng tinh theo trục X (hình 2-62).

Chu kỳ tiện thô mặt đầu G72 theo phương thẳng đứng (hình 2-63)

Cú pháp: G72 A... P... Q... I... K... D... F... S...

Trong đó, G72 = chu kỳ cắt thô theo phương thẳng đứng; còn ý nghĩa các địa chỉ khác giống như lệnh G71.



Hình 2-63. Chu kỳ tiện thô mặt đầu

Nếu chi tiết có chiều sâu cắt thô lớn hơn chiều dài cắt thô (hình 2-61), ta dùng chu kỳ cắt thô mặt đầu G72 thay G71. Sự khác biệt

giữa hai chu kỳ tiện thô chỉ nằm trong hướng cắt của các lát cắt thô, còn các điều kiện khác là như nhau.

- Việc mô tả biên dạng tinh phải có (hoặc ở dạng chương trình con, hoặc ở dạng một đoạn của chương trình chính).
- Lượng dư dành cho gia công tinh xác định bởi địa chỉ I và K; chiều sâu các lát cắt thô xác định bởi địa chỉ D.
- Điểm kết thúc chu kỳ cắt thô - theo trục X - ở độ cao của điểm bắt đầu biên dạng tinh và - theo trục Z - có khoảng cách là "K + chiều sâu lớp cắt cuối cùng" tính đến biên dạng tinh.

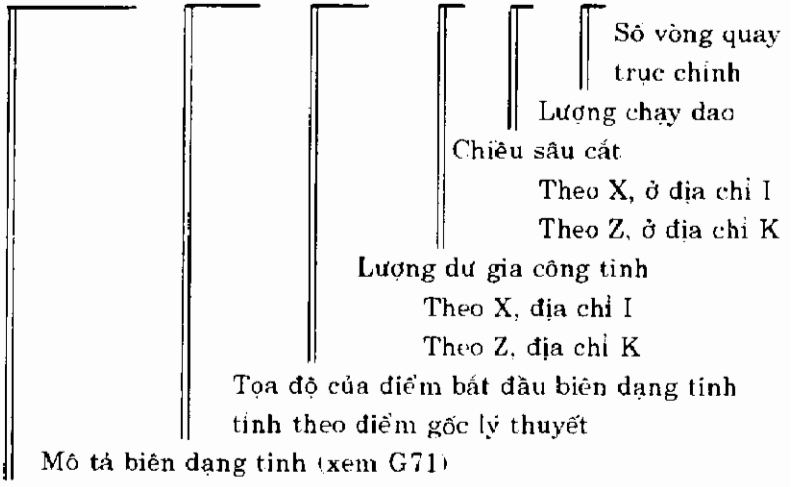
Lưu ý khi dùng G71 và G72:

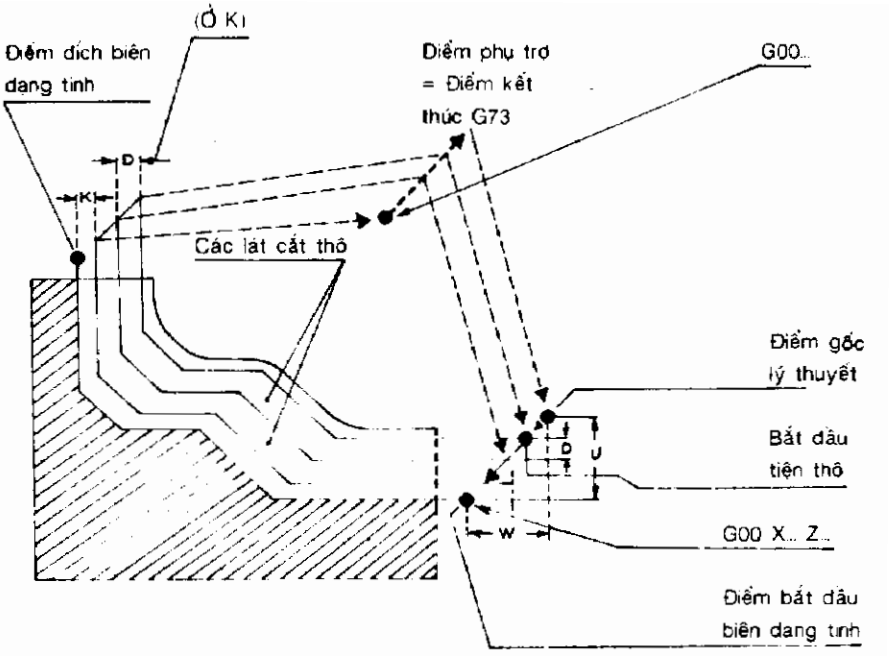
- Hai chu kỳ cắt thô G71 và G72 không cắt thô các đoạn biên dạng bị hạ thấp (hình 2-62).
- Mỗi lát cắt thô đều chạy song song với trục tọa độ Z hoặc X

Chu kỳ tiện thô song song với biên dạng G73 (hình 2-64)

Cú pháp:

G73 A... P... Q... U... W... I... K... D... F... S...





Hình 2-64. Tiện thô song song với biên dạng

Ở các chi tiết đã có sẵn một hình dáng theo biên dạng, ví dụ các chi tiết qua rèn khuôn hoặc chi tiết đúc, nếu ta dùng chu kỳ cắt thô với các lát cắt song song với biên dạng tinh thì có thể đạt được lợi thế là các lát cắt được liên tục không đứt gãy thường xuyên. Trường hợp này phải dùng chu kỳ cắt thô G73. Cũng ở lệnh này, biên dạng tinh phải được mô tả bởi A (dưới dạng chương trình con) hoặc bởi P và Q (đoạn chương trình mô tả biên dạng tinh ngay trong chương trình chính).

Với các khoảng cách tọa độ U và W phải có một điểm gốc lý thuyết được xác định nhằm đảm bảo điều kiện gia công an toàn và thuận tiện nhất cho lát cắt thô đầu tiên (hình 2-64).

Dấu đứng trước U và W tuân theo quy định như ở hình 2-65.

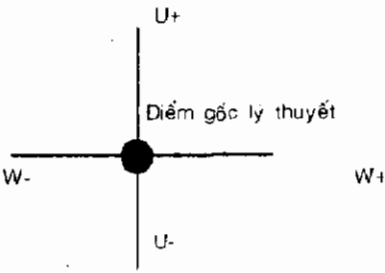
Khoảng cách tính đến biên dạng tinh (lượng dư cắt tinh mà chu kỳ cắt thô phải dành lại) được khai báo hoặc với I hoặc với K (xem

hình 2-64. Theo đó khai báo D sẽ được hệ điều khiển dịch như sau:

Xác định chiều sâu cắt D:

- nếu khai báo I thì chiều sâu cắt D đo theo trục X.

- nếu khai báo K thì chiều sâu cắt D đo theo trục Z.



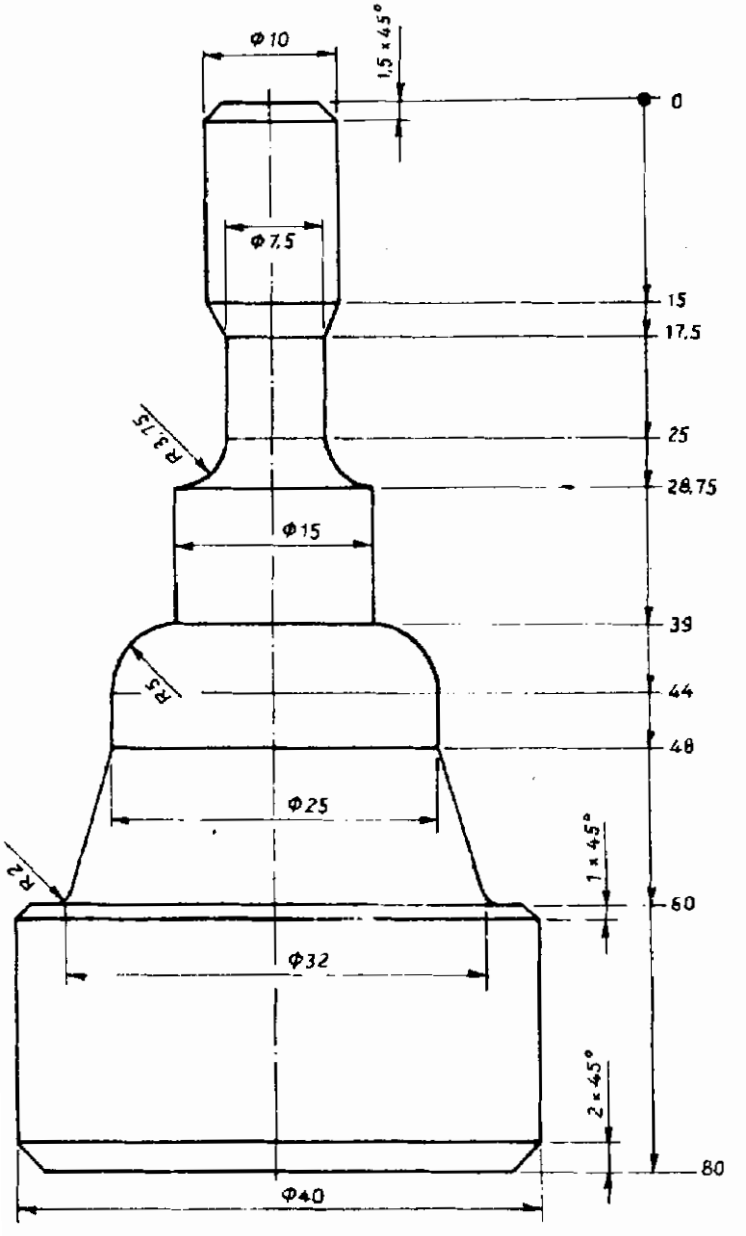
Hình 2-65. Quy định dấu trước U

Trước khi gọi chu kỳ G73, dao cắt thô cần được đưa đến điểm phụ trợ bởi lệnh G00. Nhờ điểm phụ trợ có thể đảm bảo các hành trình lùi dao không bị rê chạm vào biên dạng cắt. Khi kết thúc toàn chu kỳ, dao sẽ trở về điểm phụ trợ.

Ví dụ: Ứng dụng chu kỳ cắt thô cho chi tiết có kích thước hình dáng như ở hình 2-66 kích thước phôi ∅40 x 81. Lập trình mô tả biên dạng tinh bằng một đoạn chương trình nằm trong chương trình chính.

Chương trình cơ bản:

```
% 1
G59 X0 Z222
G92 P3150 Q1500
G26
N1 T101 M03
G96 V208
G00 X41 Z0
G01 X-2.4 F0.2 M08
G00 Z1
G71 P50 Q60 I0.5 K0.1 F0.35 P3 M09
G26
N2 T202 M03
G96 V320
N50
G46
G00 X5 Z1
G01 X10 Z-1.5 F0.12 M08
G01 Z-15
G01 X7,5 Z-17,5
G01 Z-25
G02 X15 Z-28.75 R3.75
G01 Z-39
G03 X25 Z-44 R5
G01 Z-48
G01 X32 Z-60 R2
G01 X38
G01 X41 Z-61,5
G00 U0.1 M09
G40
N60
G26
M30
```



Hình 2-66. Chi tiết gia công

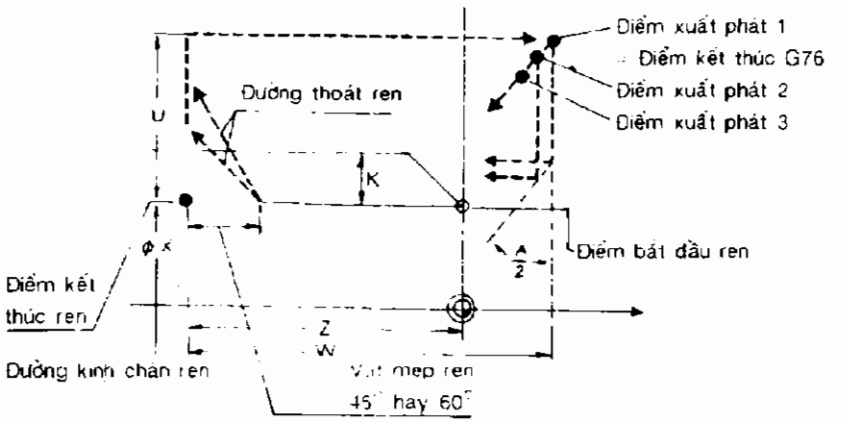
2.2.12. Chu kỳ tiện ren

Chu kỳ tiện ren

Cú pháp: G76 X/U... Z/W... I... K... H... F/E... A... D...

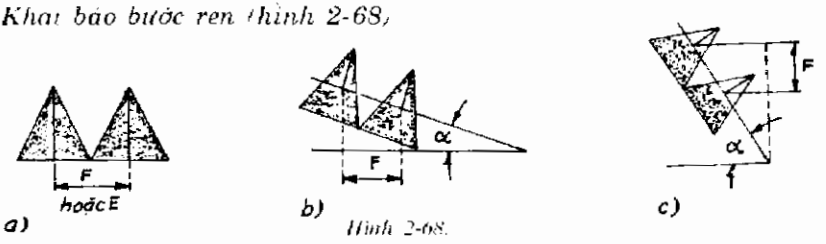
- Chiều sâu cắt của lát cắt cuối cùng
- Góc điều chỉnh
- Bước ren
  - F: khai báo = mm (3 vị trí sau dấu phẩy phần thập phân)
  - E: khai báo = inch (5 vị trí sau dấu phẩy phần thập phân)
- Số hành trình (số lát) cắt ren
- Chiều sâu ren
- Khoảng cách đo theo X giữa điểm kết thúc ren và điểm bắt đầu ren (khi tiện ren trên mặt trụ)
- Các tọa độ của điểm kết thúc ren đo theo kích thước tuyệt đối hay kích thước chuỗi từ điểm xuất phát 1

Ren trên mặt trụ (hình 2-67)



Hình 2-67. Ren trên mặt trục

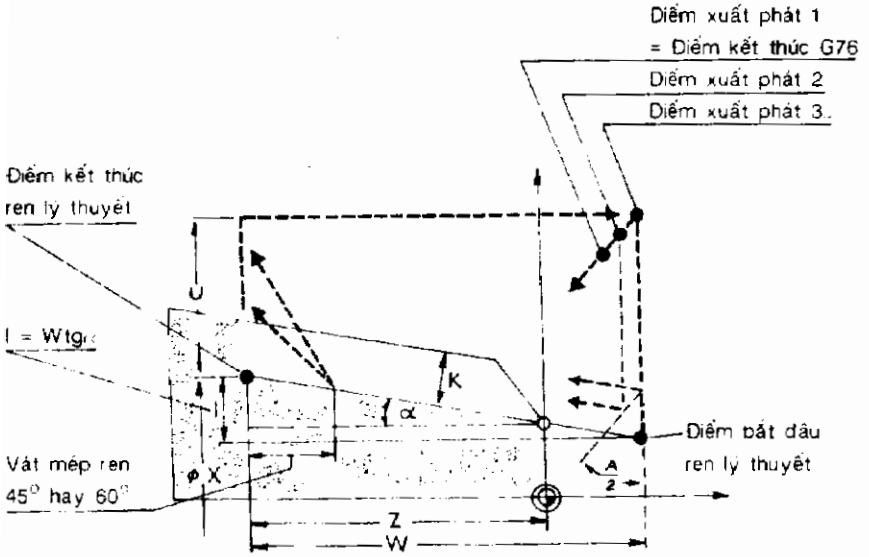
Khai báo bước ren (hình 2-68)



Hình 2-68.

a. F hoặc E; b. F hoặc E khi ≤ 45°; c. F hoặc E khi > 45°

Ren trên mặt côn (hình 2-69)



Hình 2-69. Ren trên mặt côn

Cần chú ý:

1. Nhờ việc đi tới điểm xuất phát 1 sẽ xác định được tọa độ Z của điểm bắt đầu ren lý thuyết. Điểm này cần có khoảng cách so với điểm bắt đầu ren thực là 3 lần bước ren.

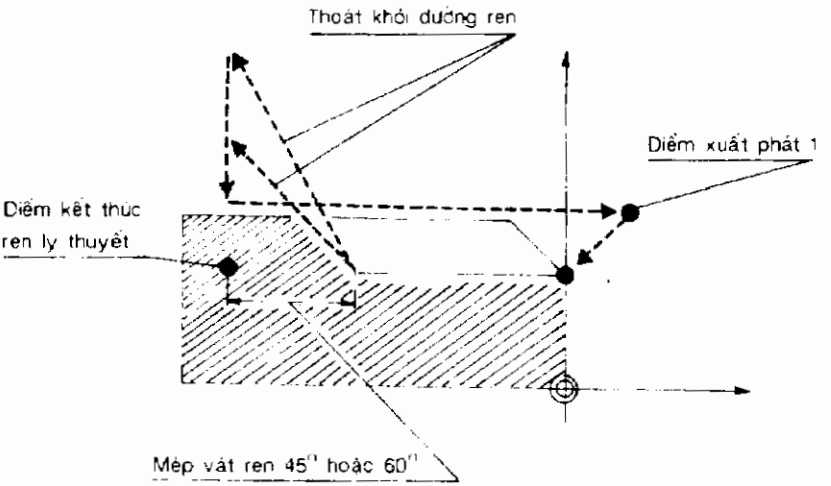
2. Góc điều chỉnh A, theo đó các điểm xuất phát của các lát cắt ren khác nhau được đặt vào tự động, cần lựa chọn nhỏ hơn khoảng 5° so với góc má ren.

3. Lệnh thoát khỏi đường ren được đóng mạch bởi M35 và ngắt mạch bởi M36. Góc mong muốn cho mọi mép vát ở điểm thoát ren cũng như chiều dài mép vát mong muốn đều được xác định trong chế độ SET UP (hình 2-39 và 2-40 - Phần dịch chuyển điểm 0).

4. Khi cắt ren không có rãnh thoát ren thì điểm kết thúc ren lý thuyết phải nằm thò ra ngoài điểm hết ren một khoảng bằng 2 lần bước ren.

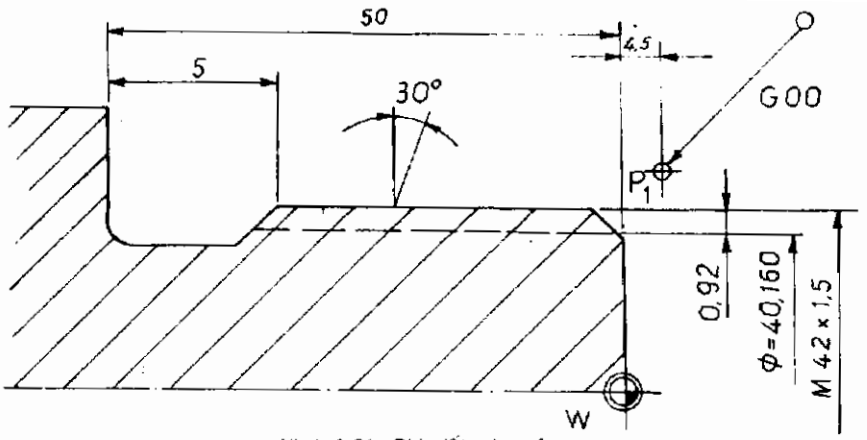
5. Khi có mặt côn ngược (hay côn trong) thì I có giá trị âm.

6. Khi chạy thoát khỏi đường ren quá sớm sẽ khiến dao cắt ren ở đoạn lùi dao bị mài mòn mặt sau. Cần chú ý khi tiện ren trong.



Hình 2-70 Thoát khỏi đường ren

Ví dụ: Ứng dụng chu kỳ tiện ren (hình 2-71). Chiều sâu lát cắt cuối cùng 0.04 mm. Số lát cắt ren: 8



Hình 2-71. Chi tiết gia công

Chương trình cơ bản:

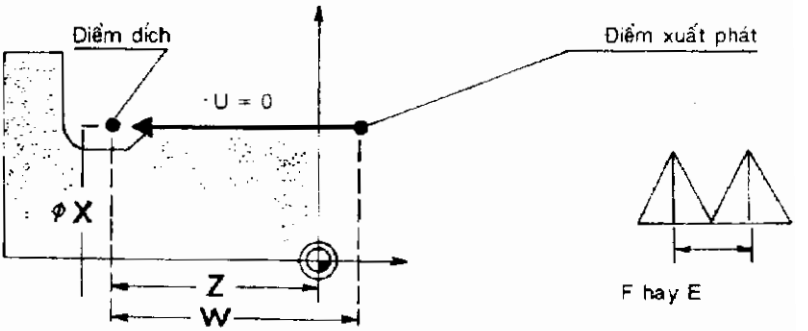
```
N3   T303 M03
G97  V100 X42
G00  X44 Z4.5 M08
G76  X40.16 Z-48 K0.92 H8 F1,5 A55 D0.04
G26
M30
```

Tiện ren trong câu lệnh riêng lẻ G33

Cú pháp: G33 X U .. Z W .. F .. E .. M .. B...

- B... — Lệnh phụ B
- M .. — Lệnh phụ M
- E .. — Bước ren lựa chọn khai báo = inch, 5 vị trí sau dấu phẩy phần thập phân
- F .. — Bước ren lựa chọn khai báo = mm, 3 vị trí sau dấu phẩy phần thập phân
- X U .. Z W .. — Các tọa độ của điểm đích đo theo kích thước tuyệt đối hay đo theo chuỗi

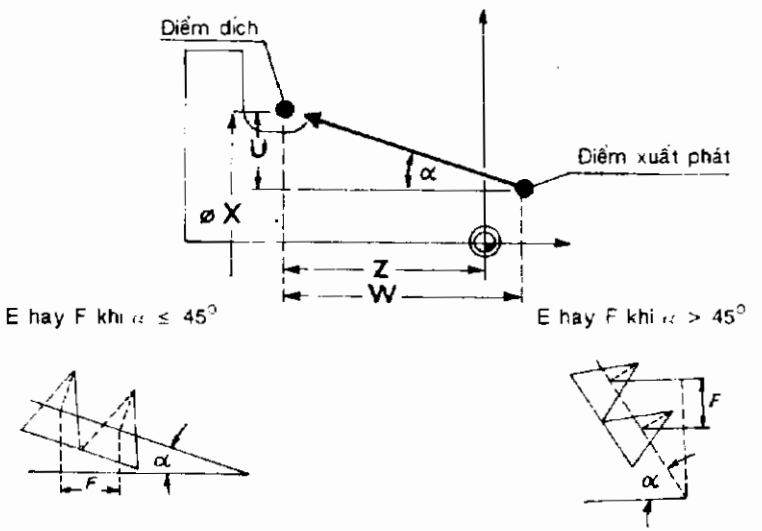
Cắt ren trên mặt trụ (hình 2-72)



Hình 2-72 Cắt ren trên mặt trụ

Cắt ren trên mặt côn hình 2-73

$U = W \operatorname{tg}\alpha$; $\alpha = \operatorname{arctg}(U/W)$



Hình 2-73 Cắt ren trên mặt côn

Để tiện ren với câu lệnh riêng lẻ G33, ta cho mũi dao cắt ren đầu tiên đến điểm bắt đầu cắt ren ở độ cao đường kính đỉnh ren. Trong lệnh G33 ta khai báo điểm đích (bằng kích thước tuyệt đối hay kích thước chuỗi - xem hình vẽ), là điểm dao tiện ren phải dừng lại (điểm kết thúc ren).

Vị trí của điểm kết thúc ren được lập trình (tính theo điểm xuất phát) là có tính quyết định xem đó là ren trụ hay ren côn, trên cơ sở chi tiết cũng có hình dáng ngoài tương tự. Với địa chỉ E hoặc F, ta khai báo bước ren (F: Format 2.3; E:Format 2.5).

Đường dịch chuyển lập trình giữa điểm xuất phát và điểm đích được xác định thông qua ATC có khai báo đỉnh dao cắt ren. Lệnh phân bù bán kính đầu dao phải được ngắt mạch. Rãnh thoát ren phải được xác định theo dạng dao tiện ren, nghĩa là trong trường hợp bình thường, điểm đích phải có khoảng cách đến điểm kết thúc ren là 2 lần bước ren.

Khi lập lại lát cắt ren, điểm xuất phát phải được xác định một cách phù hợp, sao cho mỗi một lát cắt ren được bắt đầu ở vị trí 0 của trục chính, để ta có thể yên tâm rằng mọi lát cắt ren lặp lại đều hợp với nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tài liệu của cơ quan tiêu chuẩn quốc tế ISO
   - ISO 646 - 1982: Tiêu chuẩn cốt mã 7 phần tử để trao đổi thông tin (tương đương với EIA RS 244)
   - ISO 2972 - 1979: Biểu tượng máy điều khiển NC
   - ISO 6983 - 1982: Máy điều khiển NC: Tạo khuôn, lập trình, địa chỉ mã hóa.
2. Festo Didactic Learning System for Automation Festo KG. PO. Box 6040 Ruiter Strasse 82. W-7300 Esslingen 1. Germany. 1991.
3. MAHO Information 14/91 Digitalisier System MAHO Scan - Germany, 1991
4. Didacticum Magazine for Basis and Further Training in Automation Technology. Nr 8 - Germany, 1991.
5. P.T.S. - Unterkirnach D 7731 High Tech Training Made in Baden - Wurttemberg - Germany, 1991.
6. *Tạ Duy Liêm*. Máy điều khiển theo chương trình số và robot công nghiệp Đại học Bách khoa Hà Nội. 1991 (tập 1); 1992 (tập 2).
7. *Rudolf Sauter*: Numerische Steuerung fuer Werkzeugmaschinen Volgel Buchverlag. Wuerburg - BR Deutschland. 1985.
8. *HK Gesellschaft:* Einfuehrung in die CNC - Technik Handwerkskammer Mannheim BR Deutschland. 1994.
9. *Manfred Weck:* Werkzeugmaschinen - Atlas 1 & 2 VDI. BR Deutschland. 1994.
10. *Ekbert Hering:* Software Engineering. Friedr. Vieweg & Sohn Braunschweig Wiesbaden - Germany. 1992.
11. *Benjamin S. Blanchard; Wolter J. Fabrycky:* Systems Engineering and Analysis, Prentice - Hall - Inc. Englewood Ciffs, New Jerssey. US American, 1987.

TẠ DUY LIÊM

MÁY CÔNG CỤ CNC

NHỮNG VẤN ĐỀ CƠ BẢN
VỀ CẤU TRÚC - CHỨC NĂNG - VẬN HÀNH -
LẬP TRÌNH KHAI THÁC
NHÓM MÁY PHAY VÀ TIỆN CNC

Chịu trách nhiệm xuất bản: PGS. PTS. TÔ ĐĂNG HẢI
Biên tập: NGUYỄN NGỌC,PHẠM VĂN
Trình bày và làm chế bản: VÂN CẦM
Sửa chế bản: PHẠM VĂN NIỀN
Vẽ bìa: HƯƠNG LAN

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 1999